

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE
UN EDIFICIO DOCENTE-SOCIAL**

**(Study of the energy efficiency of a building for
educational and social use)**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Juan Gómez Gutiérrez

Julio-2020

RESUMEN

El presente proyecto surge de la necesidad de mejorar la eficiencia energética de un edificio obsoleto en este ámbito como es el Palacio de la Magdalena. Se utiliza para este fin el programa CE3X del ministerio de transición ecológica y el reto demográfico. El proyecto consta de tres partes: 1. Estudio de la envolvente térmica, compuesta por fachadas, huecos, cubiertas, suelos, particiones interiores, puentes térmicos, sombras e instalaciones del edificio. 2. Se realizan propuestas de mejora energética tanto a nivel técnico, focalizando en los elementos más desfavorables en emisiones de CO₂ y demanda energética, como a nivel económico, donde se desglosan los presupuestos de cada una de las propuestas, obtenidos con el generador de precios de CYPE. Estas propuestas afectarán a la mejora de huecos, sustitución de las instalaciones de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración por sistemas más actualizados y eficientes, instalación de paneles solares, y mejora de los sistemas de iluminación. 3. Se estudia cada una de las propuestas, realizando un análisis económico de viabilidad y se decide el conjunto final de mejoras teniendo en cuenta factores técnicos, económicos y estéticos. Con esta propuesta final que incluye instalación de ventanas de aluminio anodizado, sustitución de la caldera actual por una de biomasa y mejora de iluminación incandescente a LED se consigue una calificación energética muy competente sin afectar la estética de un edificio tan singular.

ABSTRACT

The present project arises from the need to improve the energy efficiency of an obsolete building in this area such as the Palacio de la Magdalena. The CE3X programme of the Ministry of Ecological Transition and the demographic challenge are used for this purpose. The project consists of three parts: 1. Study of the thermal envelope, consisting of facades, openings, roofs, floors, interior partitions, thermal bridges, shadows and building installations. 2. Proposals for energy improvement are made both at a technical level, focusing on the most unfavourable elements in terms of CO₂ emissions and energy demand, and at an economic level, where the budgets for each of the proposals are broken down, obtained with the CYPE price generator. These proposals will affect the improvement of gaps, replacement of the sanitary hot water installations, heating and cooling by more updated and efficient systems, installation of solar panels, and improvement of the lighting systems. 3. Each of the proposals is studied, carrying out an economic feasibility analysis and deciding on the final set of improvements taking into account technical, economic and aesthetic factors. With this final proposal that includes the installation of anodized aluminium windows, the replacement of the current boiler with a biomass one and the improvement of incandescent lighting to LED, a very competent energy qualification is achieved without affecting the aesthetics of such a singular building.

INDICE

1.	INTRODUCCION	7
1.1.	IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA.....	7
1.2.	CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGETICA	12
1.3.	PROGRAMA ELEGIDO CE3X	14
2.	DESCRIPCION DEL EDIFICIO SELECCIONADO	17
3.	CONTEXTO HISTORICO Y SITUACION ACTUAL.....	19
4.	INTRODUCCION DE DATOS EN CE3X.....	22
4.1.	DATOS ADMINISTRATIVOS	26
4.2.	DATOS GENERALES.....	27
4.3.	ENVOLVENTE TÉRMICA.	39
5.	PATRON DE SOMBRAS	54
5.1.	PATRON DE SOMBRAS EN CE3X.....	56
6.	INSTALACIONES	61
7.	MEDIDAS DE MEJORA	75
7.1.	SUSTITUCION CALDERA DE ACS Y CALEFACCION.....	75
7.1.1.	PRESUPUESTOS CALDERAS	88
7.2.	SUSTITUCION ILUMINACION ACTUAL POR LED	92
7.2.1.	PRESUPUESTO ILUMINACION LED.....	94
7.3.	INSTALACION DE PANELES SOLARES.....	95
7.3.1.	PRESUPUESTO PANELES SOLARES.....	98
7.4.	SUSTITUCION CARPINTERIAS.....	99
7.4.1.	PRESUPUESTO VENTANAS	103
8.	ANALISIS ECONOMICO	104
9.	PROPUESTA FINAL Y CONCLUSIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	116
	ANEXOS.....	117

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estructura del procedimiento CE3X	16
Ilustración 2: Vista en planta Palacio Magdalena.....	18
Ilustración 3: Palacio Magdalena	18
Ilustración 4: elección edificio CE3X	22
Ilustración 5: Oficina virtual Catastro (1)	24
Ilustración 6: Oficina virtual Catastro(2)	25
Ilustración 7: Datos administrativos CE3X	27
Ilustración 8: Zonas climáticas España.....	29
Ilustración 9: Esquema envolvente térmica edificio	31
Ilustración 10: renovaciones/hora según tipo de uso.....	34
Ilustración 11: Consumo ACS ; DB-HE4	35
Ilustración 12: Datos generales CE3X	38
Ilustración 13: Cerramiento cubierta inclinada	41
Ilustración 14: Transmitancia térmica cubierta inclinada.....	42
Ilustración 15: Muro fachada 1	43
Ilustración 16: Muro fachada 2	44
Ilustración 17: Muro fachada 3	44
Ilustración 18: Fachadas CE3X	45
Ilustración 19: Partición interior.....	47
Ilustración 20: transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica	48
Ilustración 21: resumen ventanas por plantas.....	50
Ilustración 22: Huecos o lucernarios.....	51
Ilustración 23: Puentes térmicos.....	54
Ilustración 24: orientación fachadas	55
Ilustración 25: Croquis elevación y acimut.....	56
Ilustración 26: Toma de datos patrón de sombras	57
Ilustración 27: datos patrón de sombras	58
Ilustración 28: Definición patrón de sombras	58
Ilustración 29: Sombras simplificadas CE3X.....	59
Ilustración 30: Esquema patrón de sombras	61
Ilustración 31: Características caldera	62
Ilustración 32: Caldera actual calefacción y ACS.....	65
Ilustración 33: Caldera actual CE3X.....	66
Ilustración 34: Ficha técnica caldera calefacción/refrigeración.....	66
Ilustración 35: bomba de calor actual	67
Ilustración 36: calefacción y refrigeración CE3X	68
Ilustración 37: Consumo energía primaria no renovable.....	69

Ilustración 38: Valores límite de eficiencia energética de la instalación de iluminación.....	70
Ilustración 39: Potencia máxima iluminación.....	71
Ilustración 40: Equipo iluminación CE3X	73
Ilustración 41: Calificación energética edificio	74
Ilustración 42: Funcionamiento caldera condensación.....	76
Ilustración 43: Caldera Eurocondens SGB 260E	78
Ilustración 44: Mejora caldera condensación ACS	79
Ilustración 45: Caldera biomasa ETA HACK 333.....	82
Ilustración 46: Caldera biomasa ETA HACK 333 CE3X.....	83
Ilustración 47: Esquema bomba calor	84
Ilustración 48: Características técnicas bomba calor.....	87
Ilustración 49: Bomba calor CE3X	87
Ilustración 50: Características obra generador de precios.....	89
Ilustración 51: Presupuesto caldera condensación	90
Ilustración 52: Presupuesto caldera biomasa	91
Ilustración 53: Presupuesto bomba calor.....	91
Ilustración 54: Comparativa iluminación incandescente/LED.....	92
Ilustración 55: Mejora iluminación LED	94
Ilustración 56: Instalación paneles solares	97
Ilustración 57: Mejora paneles solares	98
Ilustración 58: Presupuesto paneles solares.....	99
Ilustración 59: Carpinterías a sustituir	100
Ilustración 60: Ahorros rehabilitación huecos	100
Ilustración 61: Características ventanas Technal Unicity	101
Ilustración 62: Mejora ventanas CE3X	102
Ilustración 63: Presupuesto sustitución ventanas.....	103
Ilustración 64: Parámetros económicos CE3X.....	109
Ilustración 65: Coste medidas CE3X	110
Ilustración 66: Resultados viabilidad económica	110
Ilustración 67: Comparativa presupuestos.....	111
Ilustración 68: Propuesta final.....	114

1. INTRODUCCION

Durante este proyecto se va a desarrollar la eficiencia energética de un edificio icónico para la ciudad de Santander como es el Palacio de la Magdalena.

Empezaremos definiendo los datos administrativos, todo lo referente a la envolvente térmica, que posteriormente explicaremos en detalle, sus necesidades energéticas, sus instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción, aire acondicionado e iluminación.

Con toda esta información, la finalidad del proyecto es aplicar unas mejoras para reducir el consumo energético del edificio y las emisiones de CO₂ a la atmósfera, las cuales estudiaremos tanto a nivel económico como técnico.

La eficiencia energética se puede definir como una práctica que tiene como finalidad reducir el consumo de energía, utilizándola de manera eficiente y conseguir con menos recursos mejores prestaciones. Para esto en muchos casos necesitaremos unas inversiones económicas, ya que con el tiempo vamos descubriendo nuevos materiales, aleaciones, sistemas de aislamiento, revestimientos, sistema de aprovechamientos de recursos naturales, que nos dan mejor rendimiento.

El consumo de energía está muy relacionado con el momento económico que vivimos y con el paso del tiempo se va poniendo en auge la importancia de ser sostenibles tanto energéticamente como económicamente, por lo que tenemos que buscar un punto de estabilidad.

1.1. IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

En esta época que estamos viviendo atravesamos una crisis energética que está afectando tanto al medio ambiente como a nuestra sociedad, consumimos energía por encima de nuestras posibilidades y de las del planeta.

Gran parte de los combustibles que utilizamos actualmente provienen de fuentes no renovables como el petróleo, el carbón, o de otras altamente contaminantes como la energía nuclear.

Las fuentes de energía no renovables están llegando a un punto crítico cuantitativamente hablando, esto está provocando guerras de precios y conflictos entre diversos países por el control de los yacimientos existentes.

Con el consumo excesivo de energía que estamos haciendo, provocamos problemas al medio ambiente, lo que provoca entre otros problemas el cambio climático, que será uno de los mayores problemas que tengamos que afrontar próximamente.

Por otra parte, también estamos consiguiendo avances tecnológicos para reducir el consumo de este tipo de energías no renovables, aunque a día de hoy, la gran mayoría de estos avances no son competitivos a nivel económico y dependen en gran medida de las aportaciones estatales o privadas. Tenemos que ir cambiando el sistema de generación y consumo de recursos energéticos para hacerlo más sostenible, en definitiva, más eficiente.

España por su parte, como los países desarrollados, está aumentando preocupantemente su consumo energético. Esta situación seguirá en aumento, ya que la demanda cada vez será mayor, lo que tenemos que conseguir es que este aumento se vaya produciendo lo más lenta y eficientemente posible.

España al estar dentro de la Unión Europea sigue la línea de medidas energéticas de esta, que pretenden estar a la vanguardia mundial en la lucha contra el cambio climático.

En la página web oficial de la Unión Europea, en un artículo publicado el 2 de diciembre de 2019, (https://ec.europa.eu/spain/news/20191202_what-doe-EU-for-climate-change_es), a modo de resumen podemos ver los objetivos principales de cara a los próximos años, así como las principales áreas de actuación.

“Una de las prioridades de la Unión Europea es frenar el cambio climático y mejorar la adaptación a las consecuencias que ya está teniendo este fenómeno medio ambiental en el planeta.

Para ello, la Unión Europea propone medidas con el objetivo de convertir Europa en una economía sostenible, gracias a la reducción de emisiones –con objetivos muy estrictos- y a la mejora de la eficiencia energética, entre otras.

La Unión Europea lidera la lucha contra el cambio climático y destina inversión a estudios y proyectos para mejorar la adaptación a sus efectos mediante su programa LIFE con el que 240 millones de euros serán empleados para más de 120 proyectos creados con la intención de conservar la biodiversidad y el medio ambiente.

Para conseguir los objetivos la Unión Europea se ha fijado la meta de reducir entre un 80% y un 95% la emisión de gases de efecto invernadero para 2050.

En el año 2008 se fijaron las primeras medidas con la vista puesta en 2020, año para el que se quiere haber conseguido:

- Una reducción del 20% de las emisiones
- Un aumento del 20% en la proporción de uso de las energías renovables
- Un aumento del 20% de la eficiencia energética

Ahora ya hay una serie de objetivos fijados para el periodo 2020 – 2030, un marco que establece las políticas climáticas y energéticas para toda la Unión Europea durante este periodo. Además, el Parlamento Europeo ha declarado la emergencia climática y para 2030 la UE tiene que haber reducido en un 55% sus emisiones.

El siguiente paso es conseguir una Europa climáticamente neutra para 2050, ¿qué quiere decir eso? Pues conseguir la neutralidad climática significaría reducir las emisiones y conseguir el principal objetivo del Acuerdo de París: mantener el aumento de la temperatura global en 1,5 grados.

Para alcanzar estas cifras la UE propone crear una economía hipocarbónica, es decir con bajas emisiones, y una sociedad respetuosa con el medio ambiente con:

- Empleos más ecológicos, uso de energías renovables y la aplicación de la normativa europea de residuos.
- Transporte limpio, vehículos híbridos o eléctricos y mayor uso del transporte público, lo que podría reducir hasta en un 50% las emisiones para 2050.

- Edificios y sistemas energéticos eficientes.

Otros de los factores importantes para alcanzar estos objetivos es lograrlo a nivel mundial es la cooperación con otras regiones del planeta y contar con el apoyo de todos para mejorar la situación climática actual del planeta. Además, todas las acciones que se realicen con este objetivo tendrán que tener en cuenta todos los ámbitos de producción y consumo que se dan en la sociedad y en la economía actual y más financiación para investigación e innovación.”

Por su parte el parlamento Europeo:

“En la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios se incluyen varias disposiciones para mejorar la eficiencia energética de los edificios tanto nuevos como existentes. Entre las disposiciones clave de la Directiva hay requisitos en relación con:

- el marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio;
- la aplicación de requisitos mínimos en materia de rendimiento energético de los edificios nuevos o de nuevas unidades de edificios, estableciendo, por ejemplo, que para el 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos deberán tener un consumo de energía casi nulo;
- la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética, en particular a: edificios y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes e instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren;
- la certificación energética de edificios o unidades de edificios, la inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios, y los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.

El 30 de noviembre de 2016, la Comisión presentó una propuesta de revisión de la Directiva 2010/31/UE sobre la eficiencia energética de los edificios como parte del paquete de carácter más general «Energía limpia para todos los europeos» (COM(2016)0860), que se pretende que ayude a alcanzar los objetivos

energéticos y climáticos de la Unión para 2030. Según datos de la Comisión, los edificios representan el 40 % del consumo energético y el 36 % de las emisiones de CO₂ en la Unión. En la actualidad, alrededor del 35 % de los edificios de la Unión tienen más de 50 años. La mejora de la eficiencia energética de los edificios podría suponer una reducción del conjunto del consumo de energía en la Unión que oscilaría entre el 5 y el 6 % y un descenso del 5 %, aproximadamente, en lo que a las emisiones de CO₂ se refiere.

La Directiva insta a los Estados miembros a que elaboren estrategias nacionales a largo plazo para apoyar la renovación de sus edificios públicos. El objetivo de la Directiva consiste en que todos los Estados miembros cuenten con un parque inmobiliario altamente eficiente desde el punto de vista energético y descarbonizado como contribución eficaz para alcanzar los objetivos europeos en materia de eficiencia energética como, por ejemplo, la reducción de las emisiones de CO₂ en la Unión entre un 80 y un 95 % en relación con 1990.

Por otra parte, se presentó simultáneamente la iniciativa «Financiación inteligente para edificios inteligentes» (COM(2016)0860, anexo I), que analiza cómo estimular la inversión pública y privada en relación con la eficiencia energética de los edificios y se busca enviar un mensaje de confianza al mercado y animar a los inversores a que se interesen por la eficiencia energética.

La Directiva modificada sobre la eficiencia energética de los edificios (Directiva (UE) 2018/844) modificada introdujo estrategias de renovación a largo plazo. Según dicha Directiva, cada Estado miembro establecerá una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de sus parques nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados a más tardar en 2050, facilitando la transformación eficiente en costes de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo. Las estrategias nacionales deben incluir una hoja de ruta con hitos indicativos para 2030, 2040 y 2050, y especificará en forma en que contribuirán a lograr los objetivos de eficiencia energética de la Unión.”

1.2. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGETICA

El procedimiento de certificación consiste en obtener la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente). Incorpora además una serie de conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética, la nueva calificación que la aplicación de cada conjunto de medidas de mejora supondría y la posibilidad de realizar un análisis económico del impacto de dichas medidas basado en los ahorros energéticos estimados por la herramienta o las facturas de consumo de energía.

Para entender bien en qué consiste un certificado de eficiencia energética vamos a usar la explicación que hemos encontrado en la página web de 'Certificado de Eficiencia Energética' (<https://certificadodeeficienciaenergetica.com/>):

“Se puede definir certificado de eficiencia energética o certificado energético como un documento oficial redactado por un técnico competente que incluye información objetiva sobre las características energéticas de un inmueble. Es decir, califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento (incluyendo la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).

El proceso de certificación energética concluye con la emisión de un certificado de eficiencia energética y la asignación de una etiqueta energética. La escala de calificación energética es de siete letras y varía entre las letras A (edificio más eficiente energéticamente) y G (edificio menos eficiente energéticamente). La etiqueta energética expresa la calificación energética de un edificio otorgando una de estas letras.

Este certificado resulta obligatorio, salvo excepciones, para el propietario de cualquier parte individual de un edificio existente (viviendas, oficinas o locales) objeto de una operación de compraventa o de alquiler.

Todo certificado de eficiencia energética tendrá como mínimo los siguientes puntos:

- 1.- Identificación del edificio o de la parte del mismo que se quiere certificar.
- 2.- Identificación del procedimiento escogido para la obtención de la calificación energética de un

edificio (opción general, programa informático, u opción simplificada) indicando la siguiente información:

- Descripción de las características energéticas del edificio, envolvente térmica, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, instalaciones y otros datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

- Identificación de la normativa sobre el ahorro y eficiencia energética que le era de aplicación en el momento de construcción (si existiera).

- Descripción de las comprobaciones, pruebas e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador, durante la fase de calificación energética con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado energético

- 3.- Calificación de la eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.

- 4.- Documento que recoja las medidas recomendadas por el técnico certificador, clasificadas según su viabilidad técnica, funcional y económica, así como por su repercusión energética, que permitan, en el caso de que el propietario del edificio decida acometer voluntariamente esas medidas, que la calificación energética mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética”.

Desde un punto de visto normativo, la norma obliga a que todos los edificios existentes, cuando se vendan o se alquilen, dispongan del certificado de eficiencia energética. Por esto, es obligatorio disponer de dicho antes de empezar una venta o un contrato de arrendamiento.

En el caso del propietario del inmueble, este certificado energético le dará información de lo eficiente que es un edificio, o la parte correspondiente de este, lo que aporta otra variable bastante importante a tener en cuenta a la hora de realizar una operación de compraventa. Este certificado aporta un valor añadido

a la hora de ver el gasto energético que podrá tener su inmueble, así como un estudio de las posibles mejoras que podrá acometer para hacerlo más eficiente. Esto puede aportar una ventaja o una desventaja comparativa con el resto de sus competidores.

Con este certificado se trata en definitiva, promover las transacciones de edificios con alta eficiencia energética, así como mejorar los que la tienen más baja para entrar con cierta competitividad en el mercado.

1.3. PROGRAMA ELEGIDO CE3X

El programa ce3x ha sido desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). Dicho equipo nos encargamos del mantenimiento de CE3X y del desarrollo de las nuevas versiones.

Es propiedad de los IDAE y su distribución es gratuita. La versión actual es CE3Xv2.3.

El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con Calener. La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así a las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

El Procedimiento simplificado de certificación energética CE³X comienza con la recogida de datos que definen el comportamiento térmico del edificio existente y

la eficiencia de sus instalaciones térmicas (ver Documento de Obtención de Datos y valores por defecto CE³X).

Dicha información generará un conjunto completo de entrada de datos a la herramienta informática.

El Procedimiento CE³X establece diferentes niveles de introducción de datos, en función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones:

- a) valores por defecto;
- b) valor estimado;
- c) valor conocido (ensayado/justificado).

Los valores por defecto, para aquellos edificios de los que se desconozca las características térmicas de los cerramientos y demás parámetros que afectan a la eficiencia energética del edificio. Son valores, en la mayoría de los casos, establecidos por la normativa térmica vigente durante el desarrollo del proyecto, y por tanto, a falta de más información, garantizan las calidades térmicas mínimas de los diferentes elementos que componen la envolvente del edificio.

Los valores estimados se deducen de un valor conocido/justificado (en la mayoría de los casos, el aislamiento térmico del cerramiento) y de otros valores conservadores, que se definen a partir de las características del elemento, lo cual implica que son válidos para todos aquellos elementos similares o para aquellos de propiedades más favorables.

Los valores conocidos o justificados se obtienen directamente de ensayos, catas en los cerramientos, del proyecto original o de sus reformas, de una monitorización de las instalaciones térmicas, o de cualquier otro documento, prueba o análisis que justifique el parámetro solicitado.

Desde un punto de visto normativo, la norma obliga a que todos los edificios existentes, cuando se vendan o se alquilen, dispongan del certificado de eficiencia energética. Por esto, es obligatorio disponer de dicho antes de empezar una venta o un contrato de arrendamiento.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Para entender el funcionamiento general del programa adjunto un esquema que nos indica la estructura del procedimiento de certificación de CE3X.

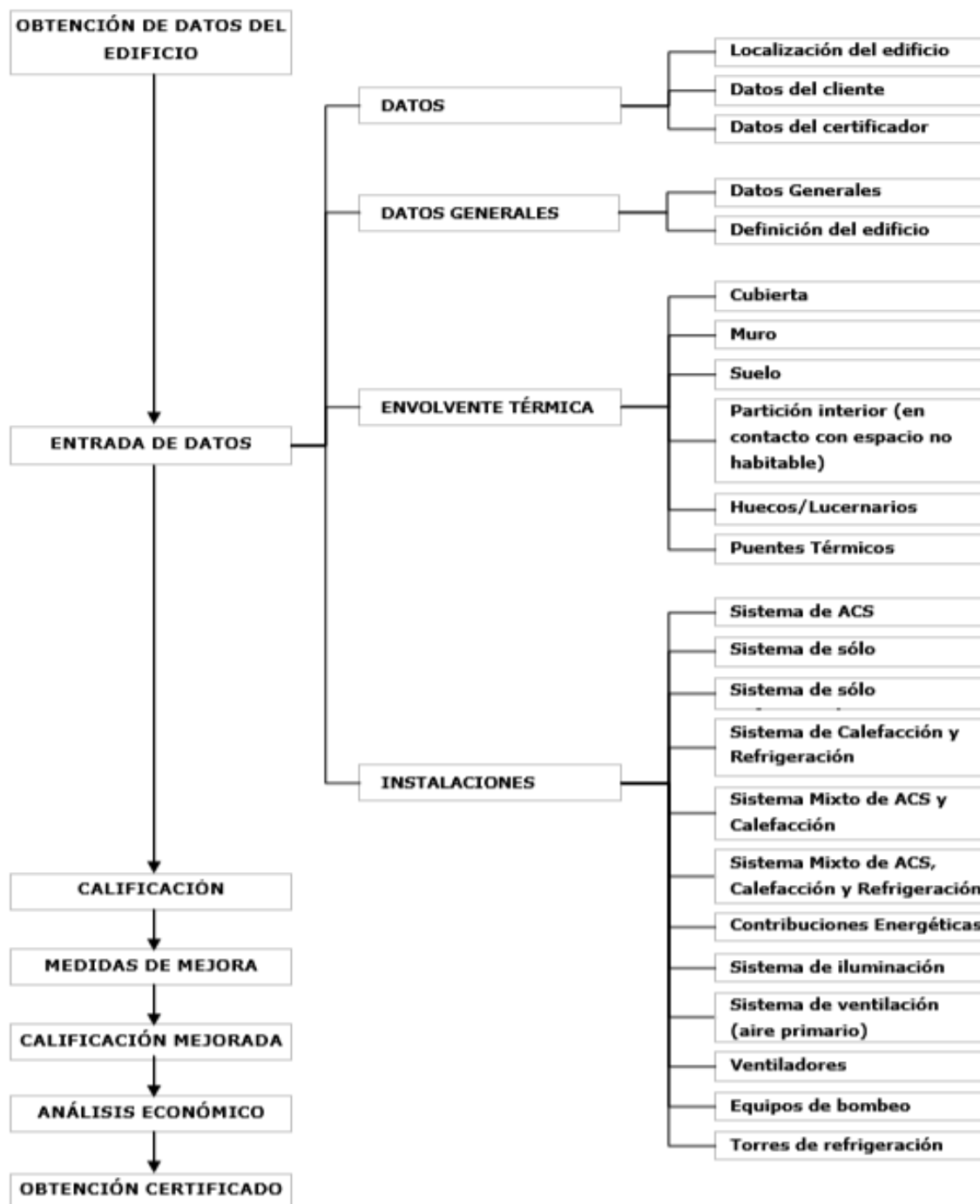


Ilustración 1: Estructura del procedimiento CE3X

2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO SELECCIONADO

El edificio sobre el que vamos a trabajar es el Palacio de la Magdalena. Este edificio es muy importante para la ciudad de Santander, ya que está ubicado en lo alto de la Península de la Magdalena, uno de los lugares más icónicos de Santander.

Es un enclave repleto de naturaleza donde puedes pasear entre sus amplias zonas verdes y boscosas, bañarte en sus playas, visitar el mini zoo y disfrutar de una jornada en familia en su gran parque infantil.

El esquema planimétrico se basa en un cuerpo alargado de 91x21 m., con otro que sale al norte, de 20 m. de lado. Sus alzados son asimétricos y la multitud de entrantes y salientes dan la sensación de que consta de varios cuerpos maclados.

Consta de dos entradas, una al Norte para carruajes, con pórtico, y otra al Sur, que es la principal, con dos torreones de planta octogonal y una escalinata de dobles tramos. El edificio es de piedra de mampostería procedente de Cueto, y tiene cubiertas de pizarra. En el interior destacan los salones de recepción conservando algunos cuadros de interés, de autores como *Benedito*, *Sorolla*, *Sotomayor*, etc. La mesa del comedor, de madera, es una de las más largas de España.

En nuestro caso nos vamos a centrar dentro de todo el conjunto de la península, en el palacio.

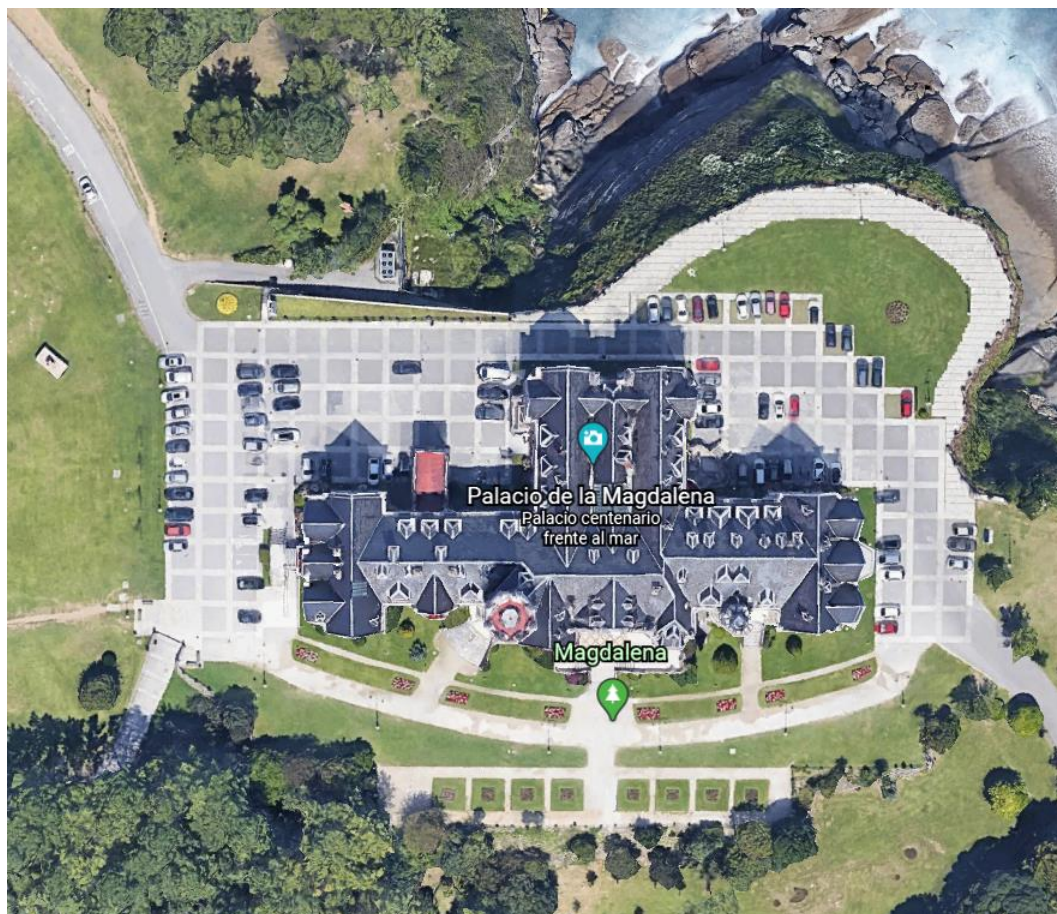


Ilustración 2: Vista en planta Palacio Magdalena



Ilustración 3: Palacio Magdalena

3. CONTEXTO HISTORICO Y SITUACION ACTUAL

Dado que vamos a trabajar sobre un edificio con gran importancia histórica, vamos a desarrollar la historia y la situación actual del conjunto.

En enero de 1908 el Ayuntamiento de Santander acordó ofrecer a D. Alfonso de Borbón, que reinaba con el nombre de Alfonso XIII, un palacio para su estancia durante los veranos en la Ciudad.

Con esta finalidad se construyó, entre 1908 y 1913, el Palacio de la Magdalena según el proyecto redactado por los arquitectos Javier González Riancho y Gonzalo Bringas.

Se trata de un edificio ecléctico, encuadrable en la arquitectura pintoresca de estilo inglés, por clara influencia de los gustos personales de la Reina Victoria Eugenia.

El pabellón de Caballerizas construido originalmente como cuadras y cocheras, fue objeto a lo largo de los años de numerosas reformas y ampliaciones. La construcción, al igual que el Palacio tiene un aire inglés en su tratamiento exterior con sabor de "cottage" muy conseguido.

El Palacio y las Caballerizas fueron utilizados para uso de la familia real durante los veranos de los años 1913 al 1930. Toda la península se ajardinó en aquellos años, pues hasta entonces carecía de arbolado (había sido descrita por Galdós como "un yermo peñasco").

En mayo de 1931 el conjunto de posesiones de la familia real fue incautado por la República. En enero de 1933 estos bienes fueron entregados al Patronato de la Universidad Internacional que inauguró sus primeros cursos en aquel verano. Las Caballerizas se trasformaron en residencia de estudiantes.

El Paraninfo fue proyectado y construido en 1933 por Riancho, uno de los autores del proyecto del Palacio. Con el advenimiento de la república, todo el conjunto había cambiado de uso y las actividades universitarias que allí se desarrollaban

exigían la construcción de un salón de actos que Riancho proyectó en el más puro estilo racionalista. El mismo arquitecto adaptó el interior del Palacio a residencia para la Universidad.

Desde 1937 a 1949 el Palacio se utilizó primero como Hospital durante la guerra y después como Albergue Universitario del SEU. Caballerizas fue también campo de prisioneros y más tarde sirvió de alojamiento a los afectados por el incendio de 1941. El arquitecto Gonzalo Bringas se encarga de la restauración del edificio después de la guerra y de los daños originados por el temporal de 1941.

En 1949 se reinstauran los cursos de verano con la denominación de Universidad Internacional Menéndez Pelayo.

En septiembre de 1977, el Ayuntamiento de Santander realiza la compra del conjunto a S.A.R. Don Juan de Borbón, Conde de Barcelona, que lo había heredado de su padre.

El Palacio de la Magdalena y sus jardines fueron declarados Bien de Interés Cultural el 10 de mayo de 1982.

El Palacio de la Magdalena fue durante casi veinte años el motor de la ciudad de Santander. La presencia de la corte y de la Familia Real durante el verano reconfiguró la ciudad. El Sardinero, que ya era un espacio de veraneo prestigioso, pasó a ser centro de la sociedad española durante el verano y el Palacio se convirtió en símbolo de Santander. Su imagen, el perfil característico de su tejado y de sus torres, su privilegiada situación en la entrada del puerto, identificaba la Ciudad.

La construcción fue pagada, en buena parte, por los santanderinos, que acudían masivamente a ver los baños de la familia real en las próximas playas del Sardinero. Con los años, los santanderinos, aunque solo han podido entrar al edificio del Palacio a partir de 1995, han considerado la Magdalena como algo propio.

La constitución de la Universidad Internacional dio un giro cultural a los veranos, no solo de la Ciudad, sino de la Nación. La presencia continuada de personalidades del mundo cultural y científico convirtió a La Magdalena en foro intelectual.

Durante años fue la única universidad de verano y ha conservado ese carácter de decana, junto con un gran prestigio.

La arquitectura de la Magdalena es singular por muchos aspectos. Es el último palacio real construido en Europa. Los gustos de la época y la crisis de la arquitectura mundial de principios de siglo, hacen del edificio un ejemplo postrero del pintoresquismo, con un gran interés cultural.

Trasmite una especial sensación, que es la evocación de la época en que el Palacio fue residencia real. La fascinación que ejerce aquel uso fundido con un tratamiento arquitectónico perfectamente adecuado a aquel sentimiento, se revitalizó con la rehabilitación de 1995, recuperando la evocación de una época, posiblemente idealizada, causa de la existencia del edificio.

El edificio llegó a principios de la década de 1990, cuando se empezó a redactar el proyecto de rehabilitación, en muy mal estado. La ausencia de conservación adecuada lo llevó a presentar claros síntomas de ruina aparente: grandes humedades en la bajocubierta, que llegaban hasta la planta baja, tabiques reventados, maderas con grandes ataques de carcoma, instalaciones de fontanería con fugas, etc... Las necesidades cambiantes de cada año del uso como universidad, habían hecho que se acometieran pequeñas obras y reformas casi siempre agresivas con el edificio: alguna sala pasaba de ser un aula, a ser oficinas al siguiente y volver a ser aula al cabo de otro año, para lo cual, si era necesario, se superponían canaletas de instalaciones sobre molduras o zócalos, o la pantalla de proyección se clavaba sobre los recercados de escayola de los muros. La espiral de esta degradación cotidiana llegó a las salas más nobles del Palacio: el Salón de la Música (antigua sala de familia) o el Salón de la Reina (antiguo Salón de baile), se pintaban año tras año para tapar las humedades y las sucesivas capas de pintura desdibujaban las molduras. En verano las humedades no se veían, pero sus efectos devastadores sobre la construcción estaban allí ocultos bajo la pintura. Los muebles se dispersaron e intercambiaron por todo el edificio, para ello se retapizaron y repintaron sin ningún criterio con lo que se perdió todo el orden y composición inicial.

Con toda esta situación el edificio había perdido dignidad y ofrecía una imagen oscura, triste y destartalada en lo puramente formal y síntomas preocupantes de

inestabilidad en lo estructural. Es en este estado de cosas cuando se toma la decisión, por el Ayuntamiento y la UIMP, de acometer una obra de rehabilitación integral, que se ejecutó entre 1994 y 1995.

La primera motivación funcional fue salvar el edificio de la ruina. Se recurrió a técnicas actuales como el cosido de grietas con acero inoxidable y resinas y a artesanos de la madera, que reforzaran la carpintería de armar de la cubierta. Se ejecutaron complejos refuerzos metálicos en los forjados y descubrieron y examinaron uno por uno todos los elementos estructurales.

Se actualizaron todas las instalaciones y se dotó al conjunto de un soporte capaz de albergar cualquier actividad cultural y docente.

A partir de aquella rehabilitación el Palacio, las Caballerizas y el Paraninfo pasaron a tener un uso intensivo, no solo en verano con la Universidad, si no a lo largo de todo el año con actividades programadas por su propietario, el Ayuntamiento de Santander.

Al cabo de casi 25 años de aquellas obras, se hacen necesarias varias intervenciones que se están llevando a cabo en la actualidad.

4. INTRODUCCION DE DATOS EN CE3X

Para empezar la introducción de datos nuestro programa ce3x nos pedirá determinar qué tipo de edificio sobre el que vamos a realizar la certificación energética.

La imagen muestra una ventana de software con el título "Certificación energética simplificada de edificios existentes". Dentro de la ventana, hay un recuadro con el encabezado "Tipo de edificio". A continuación, se presentan tres botones de selección: "Residencial", "Pequeño terciario" y "Gran terciario". El botón "Gran terciario" está seleccionado, lo que se indica por un contorno de color azul y una pequeña flecha blanca en su esquina superior derecha.

Ilustración 4: elección edificio CE3X

Vamos a explicar las tres opciones posibles que tenemos:

- Residencial: engloba todos los edificios de uso residencial, ya sea un bloque entero de viviendas, una vivienda individual dentro de un bloque, o una vivienda unifamiliar.
- Pequeño terciario: se refiere a los establecimientos pequeños o medianos del sector servicios, como pueden ser los locales.
- Gran terciario: corresponde con los edificios de gran tamaño como pueden ser naves industriales, hoteles, complejos de oficinas, hospitales, centros comerciales. La principal diferencia con un pequeño terciario se hace cuando el edificio tiene ventiladores, torres de refrigeración o equipos de bombeo para los sistemas de agua caliente sanitaria(ACS), para calefacción o para climatización.

Nuestro caso, dadas las dimensiones del edificio, el uso que se hace de él y las instalaciones que tiene, que veremos posteriormente, consideraremos nuestro edificio como gran terciario.

Una vez introducimos esta elección aparece una interface de ce3x con una serie de pestañas en las que introduciremos los datos necesarios para que el programa, mediante comparación con unas bases de datos, nos elabore nuestro certificado energético.

Estos datos se dividen en cuatro bloques, que iremos detallando y completando:


- Datos administrativos.
- Datos generales.
- Envolvente térmica
- Instalaciones.

Para consultar datos de inmuebles, en muchas ocasiones es muy útil recurrir a la Sede Electrónica del Catastro. Esta web pertenece al gobierno de España a través del Ministerio de Hacienda, y se puede considerar como una base de datos de cualquier inmueble del país. Aquí encontraremos varios datos que luego necesitaremos a la hora de rellenar nuestra eficiencia energética en ce3x.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Tenemos dos opciones para buscar nuestro inmueble, o bien disponemos de una referencia catastral que introducimos en la página y nos lleva directamente a los datos y ubicación deseados, o bien tendremos que buscar en el mapa geográfico directamente yendo a la ubicación o introduciendo algún dato conocido como por ejemplo la calle en la que se encuentra el inmueble.

Una vez estamos hemos localizado el edificio que vamos a certificar, vamos a ver que datos podemos utilizar del catastro. Desde esta página se genera el siguiente informe en consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales de bien inmueble:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

8034006VP3183C0001IH

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

AV MAGDALENA 1[D]

39005 SANTANDER [CANTABRIA]

USO PRINCIPAL

Suelo sin edif.

AÑO CONSTRUCCIÓN

1985

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

20.290

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

AV MAGDALENA 1[D]

SANTANDER [CANTABRIA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]

20.290

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²] TIPO DE FINCA

259.903

Parcela construida sin división horizontal

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m²
CULTURAL	E	-1	A	2.282
CULTURAL	E	00	A	2.303
CULTURAL	E	01	A	2.146
CULTURAL	E	02	A	44
CULTURAL	E	03	A	44
CULTURAL	E	+1	A	1.863
DEPORTIVO	E	00	B	1.155
SANIDAD	E	00	C	95
SANIDAD	E	01	C	99
ALMACEN	E	+1	C	48
APARCAMIENTO	E	00	D	56
ALMACEN	E	00	E	11
OCIO HOSTEL.	E	00	F	123
ALMACEN	E	00	G	206
ALMACEN	E	00	H	40
ENSEÑANZA	E	00	I	556

Continúa en ANEXO I

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/8000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

438.000 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

Jueves , 2 de Abril de 2020

— Límite de Manzana

— Límite de Parcela

— Límite de Construcciones

— Mobiliario y aceras

— Límite zona verde

— Hidrografía

Ilustración 5: Oficina virtual Catastro (1)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social



ANEXO I RELACIÓN DE CONSTRUCCIONES

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
8034006VP3183C0001IH

HOJA 1/1

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie. m²
ENSEÑANZA	E	00	J	1.460
ENSEÑANZA	E	01	J	24
ENSEÑANZA	E	02	J	24
ENSEÑANZA	E	+1	J	439
VIVIENDA	E	00	K	147
VIVIENDA	E	+1	K	95
CULTURAL	E	02	A1	20
ENSEÑANZA	E	01	I	467
ENSEÑANZA	E	+1	I	163
OCIO HOSTEL.	E	00	J1	240
ALMACEN	E	00	J2	192
ENSEÑANZA	E	+1	J1	631
ENSEÑANZA	E	+1	J2	61
OBR URB INT	E	00	L	2.247
CULTURAL	E	-1	A1	764
ALMACEN	E	00	H1	38
INDUSTRIAL	E	00	M	6
ALMACEN	E	00	N	16
ALMACEN	E	00	O	3
INDUSTRIAL	E	00	P	37
ALMACEN	E	00	Q	80
OBR URB INT	E	00	R	2.049
ALMACEN	E	00	S	16

Ilustración 6: Oficina virtual Catastro(2)

En las ilustraciones 5 y 6 podemos obtener datos que luego nos pedirá el programa, como son la referencia catastral, año de construcción, localización, reformas de importancia del inmueble y superficie construida, así como sus diferentes usos. Es importante destacar, en el uso de superficie construida, lo que la oficina virtual del catastro referencia en este punto, para ello aporoto una información obtenida de la misma página:

La superficie construida total del bien inmueble es la suma de la superficie catastral construida de la parte privativa del mismo más la parte correspondiente de la superficie de elementos comunes.

- La superficie catastral construida de la parte privativa es la incluida dentro de la línea exterior de los muros perimetrales de cada uno de los locales

que constituyen el inmueble y, en su caso, de los ejes de las medianerías, deducida la superficie de los patios de luces. Los balcones, terrazas, porches y demás elementos análogos que estén cubiertos computan al 50% de su superficie, salvo que estén cerrados por tres de sus cuatro orientaciones, en cuyo caso computan al 100%. En uso residencial, no se considera superficie construida los espacios de altura inferior a 1,50 metros.

- La superficie de elementos comunes atribuida a cada bien inmueble se publica en la SEC a título informativo y es un reparto aproximado de la superficie total de elementos comunes de la propiedad a cada uno de los bienes inmuebles de la misma, a los solos efectos de su valoración catastral.

4.1. DATOS ADMINISTRATIVOS

La primera pestaña que tenemos en el programa corresponde con los datos administrativos en la que tendremos que introducir lo siguiente:

- Localización e identificación del edificio: nombre, la dirección en la que se ubica, localidad, provincia, código postal y referencia catastral, para poder identificarlo.
- Datos del cliente: en este punto el programa nos pide los datos personales del cliente: nombre, dirección, provincia, localidad, teléfono, correo electrónico, código postal. En este punto ya que el Palacio de la Magdalena es propiedad del Ayuntamiento de Santander, le pondremos de manera ficticia, como demandante del estudio energético.
- Datos del técnico certificador: en este último apartado nos solicita los datos del técnico certificador. Se nos requiere la titulación del técnico ya que según la legislación vigente, solo están habilitados para firmar este tipo de certificados Arquitectos, arquitectos técnicos, Ingenieros Industriales, Ingenieros Técnicos Industriales e Ingenieros Químicos.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

The screenshot shows the CE3X software interface with the title bar 'CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario'. The menu bar includes 'Archivo', 'Librerías', 'Patrones de sombra', 'Resultados', 'Complementos', 'Ayuda', and 'Acerca de'. The toolbar contains icons for file operations, energy analysis, and navigation. The 'Datos administrativos' tab is selected, showing three sections: 'Localización e identificación del edificio', 'Datos del cliente', and 'Datos del técnico certificador'. Each section contains form fields for various administrative details.

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	Palacio de la Magdalena		
Dirección	Av de la Reina Victoria, s/n		
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander
Código Postal	39005		
Referencia Catastral	8034006VP3183C0001IH		

Datos del cliente			
Nombre o razón social	Ayuntamiento de Santander		
Dirección	Plaza Ayuntamiento, 1		
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander
Código Postal	39002		
Teléfono	942 20 06 00	E-mail	

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Juan Gómez Gutiérrez	NIF	72099852G
Razón social	.	CIF	.
Dirección	C/ Marqués de la Hermida 17		
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander
Código Postal	39009		
Teléfono	605612480	E-mail	juanpotes14@gmail.com
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Mecánico		

Ilustración 7: Datos administrativos CE3X

4.2. DATOS GENERALES

En esta pestaña el programa nos divide en dos subapartados, datos generales y definición del edificio, que vamos a pasar a explicar:

Datos generales

- **Normativa vigente:** en este punto tenemos que mirar el año de construcción del edificio. El propio programa ce3x tiene una base de datos para que simplemente introduciendo el año de construcción del inmueble, obtenemos la normativa básica de edificación (BTE) o el código técnico de edificación (CTE). Es importante utilizar el año de inicio de la construcción de la edificación.

La normativa corresponde con los siguientes años de construcción:

Anterior: será la opción a elegir si el año de construcción es anterior al 1981.

NBE-CTE-79: edificios construidos entre 1981 y 2006

CTE 2006: edificios posteriores a 2006 (siempre que figure en proyecto que se ha aplicado el CTE)

CTE 2013: edificios posteriores a 2013.

- Año de construcción: año en que se dan comienzo las obras del inmueble.
- Tipo de edificio: en este apartado dentro de la certificación de gran terciario, la que nos ocupa, el programa distingue entre local o edificio completo. En nuestro caso certificaremos el edificio completo.
- Perfil de uso: hace referencia al uso de intensidad del edificio durante un día, al tratarse nuestro edificio de uso administrativo/docente durante una parte del año, hemos supuesto una intensidad media anual de 8 horas diarias, ya que tenemos otras épocas del año que alberga eventos que sobrepasan esas 8 horas de uso y otras en las que el uso es docente y no suele sobrepasarlo.

Las opciones que nos da el programa engloban intensidades baja, media y alta durante los rangos horarios de 8,12,16,24 horas diarias, para abarcar todos los posibles usos de un gran terciario.

- Provincia o ciudad autónoma y localidad: estos apartados servirán al programa para determinar la zona climática en la que se encuentra el inmueble y que paso a explicar.
- Zona climática: a la hora de hablar de eficiencia energética es evidente que dependiendo de la zona en la que nos encontremos las condiciones del medio ambiente pueden suponer una ventaja o una desventaja energéticamente hablando. No vamos a tener la misma temperatura, humedad, precipitaciones, por poner algunos ejemplos, en la zona norte o en el sur de la península, este apartado hace referencia a la legislación del Documento Básico HE Ahorro de energía, en su apartado HE 2 Apéndice B Zonas Climáticas. La zona climática nos la proporciona el programa introduciendo la localidad, sino lo podríamos buscar en la legislación que acabamos de nombrar, en la siguiente tabla. Para nuestro proyecto como podemos ver en la tabla, o como nos muestra el programa, nos encontramos en la zona C1.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250			h ≥ 250		
Burgos	E1	861														h < 600	h ≥ 600	
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0	h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h < 850			
Castellón/Castelló	B3	18					h < 50				h < 500				h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0					h < 50											
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0											h < 200			h ≥ 200		
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050	h ≥ 1050	
Gerona/Girona	D2	143										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131									h < 100				h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379										h < 200			h < 700			h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500		h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0					h < 300					h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25					h < 100					h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800
Oviedo	D1	214											h < 50			h < 550	h ≥ 550	
Palencia	D1	722														h < 800	h ≥ 800	
Palma de Mallorca	B3	1					h < 250					h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456										h < 100			h < 300	h < 600	h ≥ 600	
Pontevedra	C1	77											h < 350			h ≥ 350		
Salamanca	D2	770													h < 800			h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400	h ≥ 400	
Santander	C1	1										h < 150			h < 650	h ≥ 650		
Segovia	D2	1013													h < 1000			h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1					h < 50					h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8					h < 50					h < 500			h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512														h < 500		h ≥ 500
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1

Tabla B.2.- Zonas climáticas de las Islas Canarias

Zonas climáticas Canarias						
Capital	Z.C.	Altitud	A3	A2	B2	C2
Palmas de Gran Canaria, Las	α3	114	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000
Santa Cruz de Tenerife	α3	0	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000

Ilustración 8: Zonas climáticas España

Definición del edificio

En este bloque de datos corresponde con una serie más orientada al propio edificio que a su ubicación y normativa:

- Superficie útil habitable: para completar esta información necesitaremos los planos de todas las plantas habitables del edificio. Hay que diferenciar entre superficie útil habitable y superficie contruida, necesitamos la superfie útil

habitable en m². En nuestro caso disponemos de los planos actualizados del Palacio de la Magdalena, de los cuales hemos obtenido una superficie útil habitable total de 13188 m².

- Altura libre de planta: como para el anterior apartado mediremos directamente sobre plano. En caso de tener varias plantas habitables de diferentes alturas, utilizaremos la altura media. En nuestro caso la altura media de las plantas habitables es de 3.5 m.
- Número de plantas habitables: en este punto es importante diferenciar entre plantas habitables y no habitables. Para ello vamos a utilizar la definición del código técnico de la edificación:

"En el cálculo de la calificación de la eficiencia energética de viviendas existentes, solamente se tendrá en cuenta los espacios habitables. Se diferenciará de aquellos que no lo son.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes."

Nuestro edificio está compuesto por cinco plantas habitables, planta baja dedicada a oficinas y salas de prensa, planta primera dedicada a salas de reuniones y oficinas, plantas primera y segunda, dedicadas a residencia universitaria, y planta tercera, dedicada a oficinas, aunque en esta planta como veremos más adelante, la zona dedicada a almacenes no se considerará habitable.

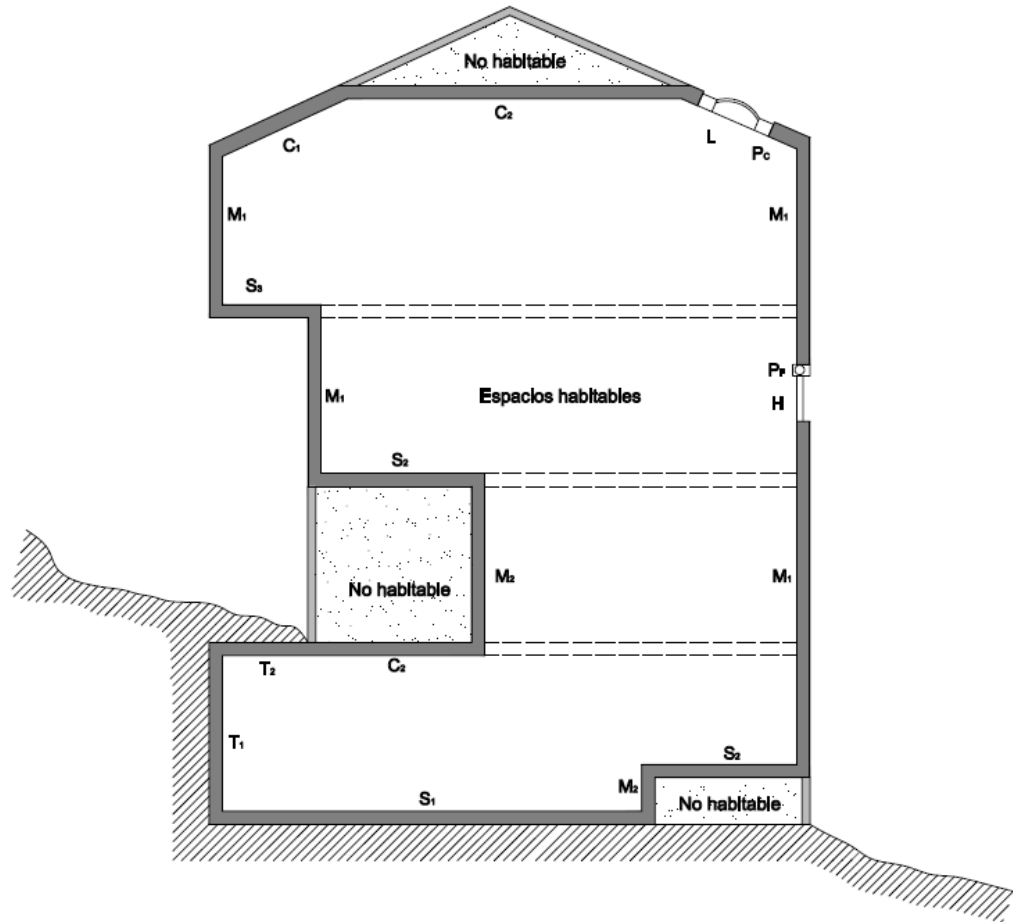


Figura 3.2 Esquema de envolvente térmica de un edificio

Ilustración 9: Esquema envolvente térmica edificio

Ventilación del inmueble: para el cálculo de la ventilación de un inmueble de uso terciario debemos calcularlo aplicando la instrucción técnica correspondiente del RITE (reglamento de instalaciones térmicas de los edificios), en concreto la

instrucción técnica IT.1 Diseño y dimensionado, apartado 1.1.4.2 Exigencia de calidad de aire interior:

“En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

IT 1.1.4.2.2. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)”

Basándonos en esta clasificación, nuestro edificio necesitara una IDA2 (aire de buena calidad). Para poder calcular esta necesidad, tenemos que establecer un caudal mínimo de aire exterior de ventilación que nos asegure que podemos conseguir esta calidad en el aire. Este caudal de aire limpio del exterior es también

conocido como renovación o ventilación del aire contenido en el interior del edificio.

Una vez tenemos identificada la calidad del aire del interior en todas las estancias del edificio, RITE nos da cinco posibles métodos para calcular el caudal de aire que necesitamos del exterior:

"A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona, para espacios en los que las personas tengan una actividad metabólica de alrededor de 1,2 met, cuando la producción de contaminantes sea baja, y en función de si se puede fumar o no.

B. Método directo por calidad del aire percibido, basado en el método olfativo.

C. Método directo por concentración de CO₂, para locales con elevada actividad metabólica en los que no se permite fumar, como salas de fiestas o locales para el deporte, etc.; y para locales con elevada producción de contaminantes como piscinas, restaurantes, bares, etc.. En este último caso, se puede aplicar el método E si se conoce la composición y caudal de las sustancias contaminantes.

D. Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, para espacios no dedicados a ocupación humana permanente, almacenes o similares.

E. Método de dilución, para locales en los que existan emisiones conocidas de materiales contaminantes específicos."

Para nuestro calculo, ya que existen diversas tablas y bibliografía que proporcionan el número de renovaciones horarias, o el caudal de aire por persona necesario, vamos a utilizar la norma DIN 1946, que según se muestra en la siguiente ilustración nos proporciona el numero de renovaciones de aire por hora en función del tipo de local:

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Si

Tipo de Local		Nº. Renovaciones de aire por hora
WC, inodoros	Privados	4-5
	Públicos	8-15
Aseos y baños		5-7
Duchas		15-25
Bibliotecas		4-5
Oficinas		4-8
Tintorerías		5-15
Cabinas de pintura		25-50
Garajes y parkings		5
Salas de decapado		5-15
Locales de acumuladores		5-10
Armarios roperos		4-6
Restaurantes y casinos		8-12
Industrias de Fundiciones		8-15
Remojos		70-80
Auditorios		6-8
Salas de cines y de teatros		5-8
Aulas		5-7
Salas de conferencias		6-8
Cocinas	Privadas	15-25
	Colectivas	15-30
Laboratorios		8-15
Locales de aerografías		10-20
Salas de fotocopias		10-15
Cuartos de máquinas		10-40
Talleres de montaje		4-8
Salas de laminación		8-12
Talleres de soldadura		20-30
Piscinas cubiertas		3-4
Despachos de reuniones		6-8
Cámaras blindadas		3-6
Vestuarios		6-8
Gimnasios		4-6
Tiendas y comercios		4-8

Ilustración 10: renovaciones/hora según tipo de uso

llamamos N al numero de renovaciones de aire por hora que nos marca la tabla, para calcular el caudal mínimo requerido en la ventilación de aire exterior solo necesitaremos conocer el volumen total del edificio que estamos calculando, ya que se define el caudal como:

$$Q = V \cdot N \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Dicho volumen será fácil de calcular, ya que previamente hemos calculado el área útil habitable y la altura de cada una de las plantas habitables, por lo que para obtener el dato tendremos únicamente que multiplicar el área de cada una de las estancias del edificio por la altura útil.

A la hora de introducir el dato de ventilación del inmueble, el programa ce3x nos pide las renovaciones/hora. En nuestro caso vamos a considerar que la mayor utilización que tiene el edificio estudiado es como sala de conferencias, que como podemos ver en la tabla de la ilustración 10, corresponde con unas renovaciones/hora entre 6 y 8. Supondremos 7 y lo introducimos en el programa.

- Demanda diaria de ACS: representa el consumo total diario de agua caliente sanitaria. Este dato lo estimamos utilizando el Documento Básico de Ahorro de Energía, DB HE-4, ya que nuestro edificio es especial, debido a que no corresponde como tal a ninguna de las opciones que se presentan en este documento, vamos a hacer una aproximación para calcular la demanda de agua caliente sanitaria.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Ilustración 11: Consumo ACS ; DB-HE4

Para nuestro edificio vamos a diferenciar los consumos por plantas y sumaremos todo para conocer la demanda del conjunto.

La planta baja consta de salas de prensa, zonas de traducción, zonas dedicadas a los medios de comunicación y oficinas. La mejor aproximación que podemos hacer en este punto es suponer toda la planta de oficinas, donde según DB-HE4 tiene una demanda ocupacional de 2 litros/día.unidad. Suponiendo al alza un aforo de 200 personas, obtenemos el dato de la demanda diaria de ACS para esta planta.

$$\text{Demanda diaria de ACS} = 2 \text{ l/pers.día} * 200\text{pers.} = 400 \text{ l/día}$$

Consideramos la misma equivalencia en la planta principal, compuesta por oficinas y salas de reuniones, por tanto esta planta también necesitará 400 l/día de agua caliente sanitaria.

Las plantas primera y segunda, están principalmente dedicadas a la residencia de estudiantes. Entre ambas plantas suman 65 habitaciones dobles, de las cuales a modo de estimación ocupacional supondremos 50 de uso doble y las 15 restantes de uso individual. Ya que se trata de una Universidad de Verano con mucho nivel, aproximaremos estas plantas a la demanda diaria de agua caliente sanitaria de un hotel de cuatro estrellas, con lo que nos queda la siguiente ecuación:

$$\text{Demanda diaria de ACS} = 55 \text{ l/pers.día} * (50*2+15*1)\text{pers.} = 6325 \text{ l/día.}$$

En el caso de la planta tercera y cuarta, principalmente se destinan a almacenes, aunque tenemos alguna oficina, pero a efectos de cálculo lo vamos a considerar despreciable.

Por tanto la estimación total de demanda diaria de agua caliente sanitaria para el conjunto del Palacio de la Magdalena será de 6735 l/día.

- Masa de las particiones: En este punto debemos identificar la masa por la que están compuestas las particiones del edificio, ya sean forjados o particiones horizontales, particiones interiores o verticales.

Con este dato el programa estima la inercia térmica del edificio, que como define la página <https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes> se trata de "un recurso utilizado en la

arquitectura bioclimática. Consiste en la capacidad de determinados elementos, arquitectónicos en este caso, para almacenar calor, conservarlo y liberarlo de una manera paulatina permitiendo un menor uso de sistemas mecánicos de calefacción e incluso de refrigeración. Con esta capacidad se puede alcanzar temperaturas estables a lo largo del día. Por otro lado la inercia térmica depende de las características del material de dicho elemento:

- Su calor específico (c) o capacidad para almacenar calor ($c = \text{J/Kg.K}$).
- Su masa (Kg): la capacidad calorífica (C), mide relación entre la energía o calor transmitida a un cuerpo y la variación de temperatura que experimenta ($C = \text{J/K}$). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, mayor energía hay que transmitirle para que aumente su temperatura en un grado; y cuanto mayor es su masa ($C = c \times \text{masa (Kg)}$), mayor es la capacidad calorífica, y por tanto su inercia térmica.
- Su densidad (Kg/m^3). Relaciona el volumen y la masa del elemento. A mayor densidad, mayor inercia térmica."

Tenemos que diferenciar entre tres tipos de particiones en función del peso por metro cuadrado que tengan:

- Partición ligera: masa inferior a 200 kg/m^2 .
- Partición media: masa entre 200 y 500 kg/m^2 .
- Partición pesada: masa superior a 500 kg/m^2 .

En nuestro edificio prácticamente todas las particiones interiores son de una hoja de piedra gruesa, por tanto consideraremos partición pesada de más de 500 kg/m^2 .

Para acabar con la pestaña de definición del edificio, el programa nos da la opción de marcar 'se ha ensayado la estanqueidad del edificio'. Lo tendremos que dejar sin marcar, ya que no hemos tenido la posibilidad de ensayarlo.

El ensayo de estanqueidad, se realiza bajo la normativa UNE EN 13829, no es obligatorio en España a diferencia de muchos países de la Unión Europea. Este ensayo actualmente no se exige en nuestra normativa de construcción (CTE), aunque sin embargo cada vez mayor número de empresas deciden realizar el

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

ensayo, en fase de obra, para garantizar a sus clientes una calidad de construcción.

El ensayo más conocido para determinar la estanqueidad de un edificio es el “Blower Door”, que consiste en la realización de un test que evalúa el nivel de permeabilidad del edificio. Se necesitará un ventilador colocado en la puerta principal del inmueble, este despresuriza el interior del mismo y estudia su nivel de hermeticidad.

Por último, podremos añadir una imagen del edificio y un plano de situación del mismo. Estas imágenes no son necesarias para la generación del informe, sin embargo a nivel visual aportan gran información del inmueble de cara al técnico que reciba dicho informe, por tanto completaremos este apartado.

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente	NBE-CT-79	Año construcción	1985
Tipo de edificio	Edificio completo	Perfil de uso	Intensidad Media - 8h
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	
		Zona climática	HE-1 HE-4

Definición edificio

Superficie útil habitable	13188	m2
Altura libre de planta	3.5	m
Número de plantas habitables	5	
Ventilación del inmueble	7	ren/h
Demanda diaria de ACS	6735	l/día
Masa de las particiones internas	Pesada	

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Ilustración 12: Datos generales CE3X

4.3. ENVOLVENTE TÉRMICA.

Una vez hemos introducido los datos administrativos y generales, pasamos a definir la envolvente térmica. Este paso consiste en calcular la transmitancia térmica de todas las superficies que envuelven al conjunto habitable de nuestro edificio.

La transmitancia se representa con la letra U y de acuerdo con la norma NCh 853-2007, se define como el “flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento”. Su unidad en el Sistema Métrico Decimal es $W/(m^2 \cdot K)$, Watt por metro cuadrado por Kelvin.

En física se habla del coeficiente global de transferencia de calor, como una medida de la transferencia de calor de un fluido (un gas o un líquido) por un cuerpo sólido (por ejemplo, una pared) en un segundo fluido, debido a una diferencia de temperatura entre los fluidos. Es decir, sin gradiente térmico no hay transferencia de calor.

La transmitancia térmica es una característica específica de un elemento constructivo, ya sea un muro, un cerramiento vertical o una cubierta y depende de la conductividad térmica y la geometría de los materiales que lo componen, así como de la radiación térmica y convección en las superficies del elemento. Se utiliza entre otros, para determinar las pérdidas de calor de un edificio a través de los elementos que componen la envolvente.

Esto provoca que para valores altos de transmitancia térmica tenemos un nivel bajo de aislación térmica, y por tanto alta pérdida de calor. Buscaremos materiales que nos proporcionen valores de transmitancia térmica bajos.

Esto quiere decir que si tenemos un cerramiento en el que el valor $U = 1 W/(m^2 \cdot K)$ se está perdiendo cada hora, en cada metro cuadrado y por cada grado de temperatura que tengamos entre el interior y el exterior del cerramiento, 1 vatio (W). Nuestro objetivo es reducir al máximo estas pérdidas al introducir las mejoras que planteemos en el edificio, como veremos más adelante.

Vamos a ir definiendo paso a paso cada uno de los elementos que componen la envolvente térmica en el orden que nos indica el programa para llevar en todas nuestras certificaciones un mismo orden:

- Cubierta: la primera opción que nos pide el programa es la definición de cubiertas, en la cual tenemos dos opciones principales, cubierta enterrada y cubierta en contacto con el aire.

En nuestro caso todas las cubiertas están en contacto con el aire.

Como podemos ver en los planos todas las cubiertas aun teniendo orientaciones diferentes, tienen la misma composición, por tanto a efectos de envolvente térmica vamos a considerarlas todas iguales, ya que las diferencias en cuanto a transmitancia térmica son despreciables. En este caso se puede considerar así, ya que nuestro edificio no dispone de sombras producidas por otros edificios, en ese caso tendríamos que estudiar cada cubierta de manera diferente. Este concepto lo explicaré mas adelante en el apartado de sombras.

Volvemos al programa, una vez marcamos la opción de cubierta en contacto con el aire, tenemos que introducir, dimensiones que conocemos de los planos, patrón de sombras, que en este caso no tendremos, y parámetros característicos del cerramiento, donde podremos elegir las propiedades térmicas entre conocidas, estimadas o por defecto.

En el caso de la cubierta elegiremos conocidas. Tendremos que crear dentro de la librería de cerramientos nuestra cubierta. Para ello iremos seleccionando los materiales ordenados desde el exterior hacia el interior, y el programa nos proporcionará los valores de transmitancia total.

Composicion de la cubierta:

- Pizarra de 1 cm de espesor.
- Cámara de aire entre rastreles de madera de 2 cm de sección. Estos rastreles van en perpendicular a la dirección de la pizarra.
- Tablero de madera conífera de 1 pulgada de espesor.
- Cámara de aire entre la estructura de viguetas de madera de 10x8 centímetros de sección transversal, estas viguetas van en paralelo a la dirección de la cubierta, y por tanto, perpendicularmente a los rastreles superiores.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

- Falso techo de escayola de 1,5 centímetros de espesor.

Una vez introducimos estos datos, tendremos el cerramiento en la librería de cerramientos del programa, que podremos reutilizar para otras eficiencias energéticas con las modificaciones correspondientes.

Cerramientos

Librería de cerramientos

Nombre: Cubierta inclinada

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)
Esquisto Pizarra [2000 < d < 2800]	Pétreos y suelos	0.005	0.01	2.2
Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 2 cm	Cámaras de aire	0.085	-	-
Conífera de peso medio 435 < d < 520	Maderas	0.167	0.025	0.15
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	Cámaras de aire	0.18	-	-
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	Yesos	0.08	0.02	0.25

R1+...+Rn
0.52 m²K/W

Características del material

Grupo de materiales: Yesos

Material: Placa de yeso o escayola 750 < d < 900

Espesor: 0.02 m λ: 0.25 W/mK

p: 825 kg/m³ Calor específico: 1000 J/kgK

Cargar al proyecto

Guardar cerramiento

Modificar cerramiento

Borrar cerramiento

Ilustración 13: Cerramiento cubierta inclinada

Con la composición de la cubierta introducida, se calcula el área. En este caso tenemos los planos de cada una de las plantas, dado que tenemos una cubierta inclinada por pendientes constantes en todos sus tramos y conocemos el área en planta, por trigonometría sacaremos el ángulo de inclinación de las cubiertas, y con este, el factor por el que tendremos que multiplicar al área en planta para obtener el área total de la cubierta, que es el dato que nos pide el programa.

De los planos obtenemos un área en planta de 2082 m² y calculamos una inclinación de 62°, por tanto tenemos que multiplicar esta área por 2.24, que

será nuestro factor de inclinación, con lo que obtenemos un área total de cubierta de 4663 m^2 , dato que finalmente introducimos al programa, que nos proporciona un valor de transmitancia térmica de $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Edificio Objeto
Cubierta con aire

Envoltente térmica del edificio

☒ Cubierta ☐ Enterrada
☐ Muro ☒ En contacto con el aire
☐ Suelo
☐ Partición interior
☐ Hueco/Lucernario
☐ Punto térmico

Espacios habitables

Cubierta en contacto con el aire

Nombre: Zona:

Dimensiones
Superficie: m²
Longitud: m
Anchura: m

Características
Patrón de sombras:

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Transmitancia térmica: W/m²K

☐ Transmitancia térmica W/m²K Masa/m² kg/m²
☒ Librería cerramientos

Ilustración 14: Transmitancia térmica cubierta inclinada

- Muros: continuamos con la envolvente térmica, ahora con los muros exteriores del edificio. Tenemos 3 opciones dependiendo si son, en contacto con el terreno, fachadas o medianerías.

Nuestro edificio no tiene medianerías, ya que se definen como una pared común a dos edificios diferentes y nuestro edificio está aislado.

En cuanto a las otras dos opciones vamos a empezar por ver el muro en contacto con el terreno, que como su nombre indica son muros que en su parte exterior no contactan con aire y por tanto cambiará las propiedades. Este tipo de fachadas en el programa tenemos la opción de por defecto o estimadas. Como conocemos la composición, elegimos estimadas con una profundidad de la parte enterrada de 2 metros y una superficie que abarca todo el perímetro, por tanto los datos que nos piden les completamos, dándonos una superficie total enterrada de 570.8 metros cuadrados, y sin aislamiento térmico.

En cuanto a los muros de fachada tendremos que dividirlos además de por su composición, por la orientación que tengan, ya que la incidencia del Sol

afectará en la eficiencia energética de cada uno de ellos. En función de la composición vamos a diferenciarlo en tres tipos para nuestro edificio que después serán agrupados por orientación: Muro de fachada 1(piedra): compuesto por piedra caliza de 80 centímetros de espesor y una capa de mortero para revoco con espesor de 2 centímetros, lo que produce una transmitancia térmica de $1.49 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Muro de fachada 2(trasdosado de yeso laminado): compuesto por piedra caliza de 80 cm de espesor, capa de mortero para revoco con dos 2 centímetros de espesor, cámara de aire sin ventilar vertical de 5 centímetros de espesor y una placa de yeso laminado de densidad media de 1.5 centímetros de espesor, lo que produce una transmitancia térmica de $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



Muro de fachada 3(trasdosado de madera): compuesto por piedra caliza de 80 cm de espesor, capa de mortero para revoco con dos 2 centímetros de espesor, cámara de aire sin ventilar vertical de 5 centímetros de espesor y una capa de madera frondosa de peso medio de 3 centímetros de espesor, lo que produce una transmitancia térmica de $0.98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.


Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Caliza dura [2000 < d...	Pétreos y suelos	0.471	0.8	1.7	2095	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.029	0.02	0.7	1350	1000



$R1 + \dots + Rn$
0.5 m²K/W

Ilustración 15: Muro fachada 1


Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	C_p (J/kgK)
Caliza dura [2000 < d...	Pétreos y suelos	0.471	0.8	1.7	2095	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.029	0.02	0.7	1350	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.18	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000



$R1+....+Rn$
0.74 m2K/W


Ilustración 16: Muro fachada 2

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	C_p (J/kgK)
Caliza dura [2000 < d...	Pétreos y suelos	0.471	0.8	1.7	2095	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.029	0.02	0.7	1350	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.18	-	-	-	-
Frondosade peso me...	Maderas	0.167	0.03	0.18	660	1600



$R1+....+Rn$
0.85 m2K/W

Ilustración 17: Muro fachada 3

Nuestro edificio está orientado Norte-Sur-Este-Oeste por tanto agruparemos cada una de las fachadas teniendo en cuenta que pueden producir sombras propias que explicare en el apartado de sombras.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Cada una de estas fachadas tendrá que llevar asociada una de las tres composiciones que acabamos de describir, así como sus dimensiones o área. Introducimos los datos en el programa, pudiendo llamar a cada uno de los muros como queramos pero siempre teniendo claro mediante un esquema a cual se refiere cada uno.

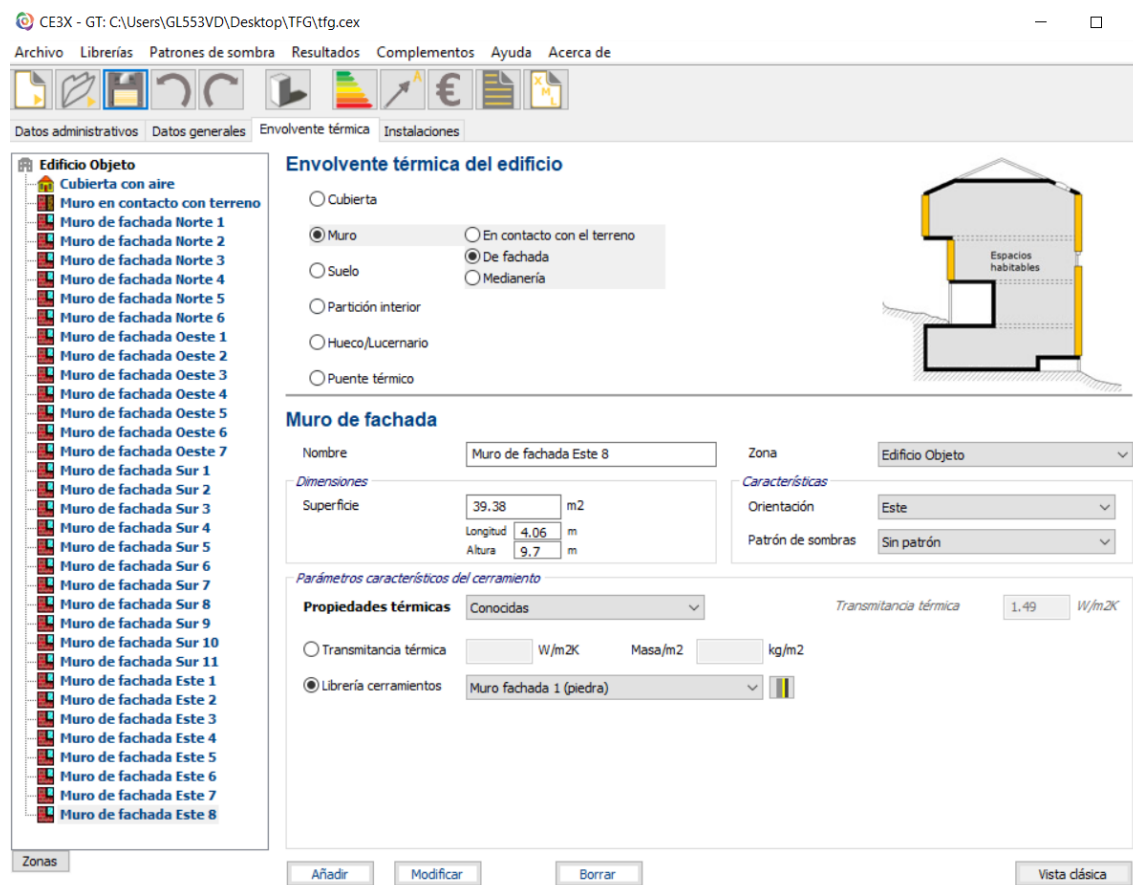


Ilustración 18: Fachadas CE3X

El siguiente punto que nos aparece siguiendo el orden del programa es el suelo. Nuestro edificio no tendrá suelo en contacto con el terreno, ya que debajo de la planta baja que es la más baja habitable, tenemos la planta de sótano que no es habitable, por tanto cerrando la envolvente por la parte inferior tendremos partición horizontal en contacto con espacio no habitable inferior, que explicare a continuación.

- Partición interior: este punto se refiere a todas las particiones con espacios no habitables que tenga nuestro edificio en su envolvente térmica, como pueden ser sótanos, garajes, almacenes, desvanes, etc.

Dentro de este apartado se diferencia entre tres tipos de particiones, vertical, que corresponde con fachadas verticales en contacto con espacios no habitables dentro del edificio, horizontal en contacto con espacio no habitable superior, que generalmente corresponde con los desvanes y bajo cubiertas de los edificios, y horizontal en contacto con espacio no habitable inferior, que corresponde comunmente con zonas de garajes o como es nuestro caso salas de calderas y almacenes.

Pasamos a introducir en el programa nuestras particiones interiores, pero a diferencia de los muros o fachadas, elegiremos la opción estimadas, ya que para seleccionar conocidas necesitamos tener el dato de transmitancia térmica de cada uno de ellos y es un dato que no conocemos. Dentro de los parámetros característicos para el cálculo de la transmitancia térmica global que nos piden, en todos ellos necesitamos conocer el grado de ventilación del espacio no habitable, entre ventilado y ligeramente ventilado.

Empezando desde abajo tenemos la partición inferior con la planta de sótano no habitable, donde tendremos que introducir la superficie de la partición, el tipo de espacio no habitable, en nuestro caso espacio enterrado, y el volumen del espacio no habitable, también conocidos por planos.

Para acabar de cerrar la envolvente de nuestro edificio introducimos las particiones verticales y superiores no habitables que provocan las zonas con almacenes que no pertenecen a la cubierta.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Envoltente térmica del edificio

☐ Cubierta
☐ Muro
☐ Suelo
☒ Partición interior ☐ Vertical
☐ Hueco/Lucernario ☐ Horizontal en contacto con espacio NH superior
☒ Horizontal en contacto con espacio NH inferior
☐ Puente térmico

Partición interior horizontal en contacto con espacio NH inferior

Nombre: Partición inferior planta sótano Zona: Edificio Objeto

Parámetros generales

Superficie de la partición: 2081.97 m²

Tipo de espacio no habitable: Garaje/espacio enterrado

Parámetros característicos para el cálculo de la U global

Propiedades térmicas: Uglobal Estimadas Transmitancia térmica: 0.67 W/m²K

Grado ventilación del espacio NH: Ligeramente Ventilado

Volumen del espacio NH: 5205 m³ Superficie del cerramiento: 2081.97 m²

Definir la transmitancia térmica de la partición

Definir Upartición: Por defecto

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Ilustración 19: Partición interior

Una vez tenemos completa la envolvente, pasamos a introducir todos los huecos o lucernarios pertenecientes a cada una de las fachadas o la cubierta.

- Hueco/lucernario: dentro de este apartado cada uno de los huecos irá asociado a una fachada ya que como en el caso de los muros en contacto con el exterior, la orientación afectará a su transmitancia térmica. Tenemos datos de dimensiones para completar, longitud altura, factor de multiplicación por cada fachada y porcentaje de marco.

El siguiente subapartado contiene características para conocer el comportamiento de cada hueco. Empezaremos introduciendo la permeabilidad del hueco. El CTE (Código Técnico de la Edificación) define la permeabilidad del aire como "la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial". "La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso de aire, expresada en m³/h, en función de la diferencia de presiones. Es un parámetro que afecta al confort térmico de espacios habitables." "La

nueva redacción del DB H1, de obligado cumplimiento desde el 13 de marzo de 2013, recoge los valores mínimos de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica en su Tabla 2.3.:

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Ilustración 20: transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

(3): La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100 Pa. Valor en zonas climática de invierno C, D y E: ≤ 27 m³/h.m²” (nuestro edificio está ubicado en la zona C).

El siguiente punto dentro de características es la absorptividad del marco, que en función del color que tenga la carpintería, el programa basándose en la tabla E.10 del CTE-HE nos proporciona un valor de absorptividad del marco para la radiación solar α . Nuestro edificio tiene todas las carpinterías de color blanco medio, por tanto tendremos un valor de absorptividad de 0.3.

Posteriormente, el programa nos da la opción de introducir dispositivos de protección solar de las ventanas (lucernarios, voladizos, toldos...) y la opción de doble ventana. Todas las ventanas de nuestro edificio están retranqueadas y en algunas introducimos voladizos provocados por la cubierta o por cualquier otro elemento constructivo.

La fórmula para calcular la transmitancia del hueco con el marco y el cristal seleccionados será:

$$U_H = F_m \cdot U_M + F_v \cdot U_V$$

Donde

Fm: es la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de la parte maciza en el caso de puertas.

Fv: es la fracción del hueco ocupada por el cristal.

UM: es la transmitancia del marco.

UV: es la transmitancia del cristal.

Fv es la parte de la ventana que corresponde al cristal y se calcula dividiendo los m² de cristal entre los m² del hueco.

Fm es la parte de la ventana que corresponde al marco y se calcula como

$$Fm = 1 - Fv$$

Una vez tenemos estos datos pasamos al subapartado de parámetros característicos del hueco. En este caso seleccionamos la opción conocidos, ya que contamos con las memorias de carpinterías existentes. El programa al igual que en el apartado de los muros nos da la opción de entrar en su biblioteca de vidrios y marcos. De la memoria de carpinterías conocemos que la totalidad de ventanas está hecha de madera de pino, la cual sabemos que es una madera de muy baja densidad, barnizada en color blanco medio, y los vidrios son dobles con cámara y sin particiones. En la biblioteca de ce3x seleccionaremos por tanto madera en posición vertical de densidad media/baja en el caso del marco y vidrio doble en posición vertical VER_DC_4-9-331, para el caso de los cristales.

Con estas elecciones obtenemos una transmitancia en el marco de 2 W/(m²·K) y de 3 W/(m²·K) en el vidrio.

Igual que pasaba con los muros, tendremos que indicar las sombras que se producen en cada hueco, que serán las propias del edificio y veremos en el apartado de sombras.

Dada la cantidad de ventanas que tenemos en nuestro edificio resumimos por plantas y en función de las dimensiones y el tipo de material para que posteriormente sea más fácil agruparlo en cada una de las fachadas a las que va asociadas, así como las de la cubierta.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

VENTANAS PLANTA BAJA			VENTANAS PLANTA PRINCIPAL			VENTANAS PLANTA PRIMERA			VENTANAS PLANTA SEGUNDA		
TIPO VENTANA	Total		Nombre	TIPO VENTANA	Total	HUECO	TIPO	CANTIDAD	HUECO	TIPO	CANTIDAD
01	84		PUERTA P2	05	1	PUERTA P3	05	1	PUERTA P4	01	1
02	1		PUERTA P2	04	1	PUERTA P3	04	1	PUERTA P4	02	1
03	5		PUERTA P2	01	1	PUERTA P3	03	1	PUERTA P4	03	2
			PUERTA P2	03	1	PUERTA P3	06	1	SIMBOLO V4	08	1
			PUERTA P2	02	3	SIMBOLO V3	05	1	SIMBOLO V4	07	2
			PUERTA P2	06	1	PUERTA P3	01	1	SIMBOLO V4	10	5
			SIMBOLO V2	04	9	SIMBOLO V3	06	1	SIMBOLO V4	09	2
			SIMBOLO V2	03	8	SIMBOLO V3	07	2	SIMBOLO V4	06	1
			SIMBOLO V2	02	47	PUERTA P3	02	3	SIMBOLO V4	02	2
			SIMBOLO V2	01	57	SIMBOLO V3	04	11	SIMBOLO V4	01	2
			SIMBOLO V2	06	2	SIMBOLO V3	03	12	SIMBOLO V4	05	2
			SIMBOLO V2	05	1	SIMBOLO V3	02	39	SIMBOLO V4	04	3
						SIMBOLO V3	01	67	SIMBOLO V4	12	3

VENTANAS PLANTA CUBIERTA		
HUECO	TIPO	CANTIDAD
SIMBOLO V5	01	36
SIMBOLO V5	02	5
SIMBOLO V5	03	9

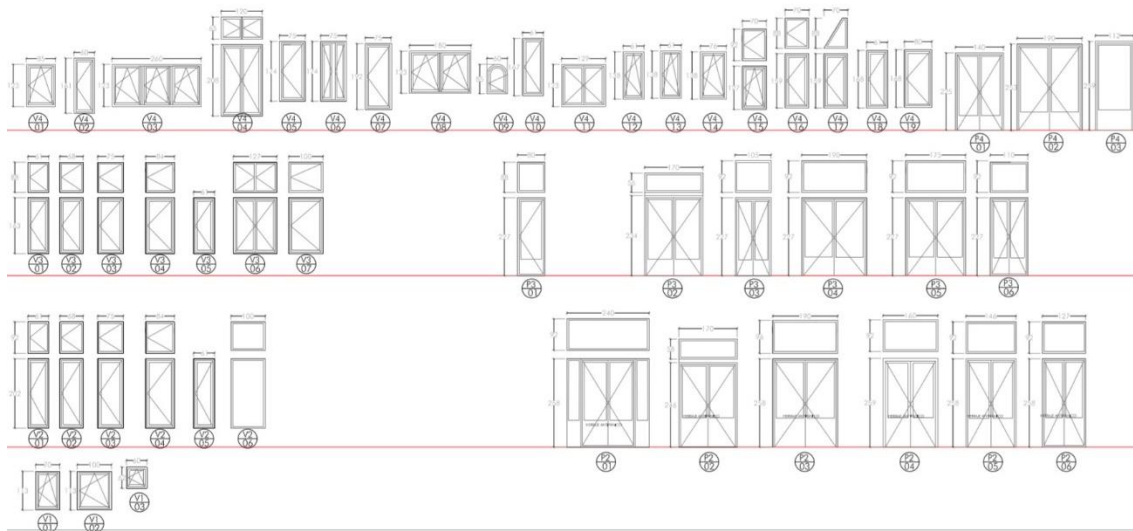


Ilustración 21: resumen ventanas por plantas

Una vez tenemos este resumen, en el que diferenciamos 51 tipos de huecos, contando puertas y ventanas, las introducimos en el programa cada una en su fachada correspondiente con lo que el interfaz del programa quedaría un poco más completo.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Ilustración 22: Huecos o lucernarios

- Puentes térmicos: definimos un puente térmico según el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE) como "zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento".

El programa ce3x nos presenta una serie de puentes térmicos por defecto que son los más comunes en construcción civil:

- Pilar integrado en fachada.
- Pilar en esquina.

- Contorno de hueco.
- Caja de persiana.
- Encuentro de fachada con forjado.
- Encuentro de fachada con cubierta.
- Encuentro de fachada con suelo en contacto en el aire.
- Encuentro de fachada con solera.

Nuestro edificio en todo su perímetro cuenta con muros de carga de piedra, por lo tanto no tendrá ni pilares integrados en fachada, ni pilares en esquina. Tendrá contorno de hueco ya que cuenta con un gran número de huecos, que definiremos posteriormente más en detalle. En cuanto a estos huecos no disponen de persianas, por tanto tampoco contarán con el puente térmico provocado por las cajas de estas. Continuando con encuentro de fachada con forjado y con cubierta, para ambas tenemos ausencia de puente térmico ya que al tratarse de muros de carga de piedra de espesor 80 centímetros, el puente térmico que se genera en cualquiera de los dos encuentros es despreciable en comparación con el espesor del muro. Para acabar en el caso de fachada con suelo en contacto con el aire y con solera, en nuestro edificio no disponemos de este tipo de suelos, por tanto tampoco tendremos. Visto esto pasamos a ver en detalle el único puente térmico que tenemos, contorno de hueco.

Para definir los contornos de hueco vamos a apoyarnos en <https://certificadodeeficienciaenergetica.com/articulo/puentes-termicos-ventanas-y-huecos-utimas-decadas>. "En los puentes térmicos de contornos de huecos hay una variedad muy grande de soluciones constructivas, sin embargo vamos a tratar de agruparlas con el fin de simplificar el proceso de certificación.

No es un tema sobre el que se haya prestado especial atención a la hora de construir, ello ha propiciado frecuentemente patologías de humedades y condensaciones de vapor en los contornos de los huecos cuando se han realizado sustituciones de ventanas por otras más nuevas y con un menor nivel de infiltraciones de aire.

Las soluciones más comunes hasta la década de los 2000 pasaban por colocar la carpintería a mitad de muro, es decir, manteniendo un retranqueo a la cara exterior de la fachada y también al interior. Esto producía un importante puente térmico en todo el contorno de la ventana que debemos valorar en el momento de certificar porque va a influir mucho en los resultados.

El cambio de normativa que introdujo la entrada en vigor de la CT79 no influyó de manera importante en la resolución de estas zonas del edificio. En la década de 2000 ya se empezaron a aplicar soluciones más novedosas de cara a mejorar estos puntos de encuentro; se colocaron muchas carpinterías alineadas al interior, que si bien no solucionan el problema, sí que lo minoran con la incorporación de un tapajuntas perimetral de remate. Sin embargo, no ha sido hasta la llegada del CTE que se abordó el problema, apareciendo soluciones que separan totalmente, mediante aislamiento, la hoja interior de la exterior, evitando así la transmisión de frío entre los dos elementos constructivos.

Como resumen y simplificación del tema, se señalan los siguientes valores de transmitancia lineal que corresponden a las soluciones más utilizadas y que podremos aplicar en nuestras certificaciones energéticas:

Carpintería intermedia, hasta año 2000: $0,28 \text{ W/mK}$

Carpintería interior, con punto de contacto entre hoja exterior e interior (años 2000 hasta 2007): $0,17 \text{ W/mK}$

Carpintería alineada con el aislamiento y sin punto de contacto entre hoja exterior e interior: $0,08 \text{ W/mK}$."

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Introducimos de forma manual en el programa nuestros puentes térmicos de contorno de huecos.

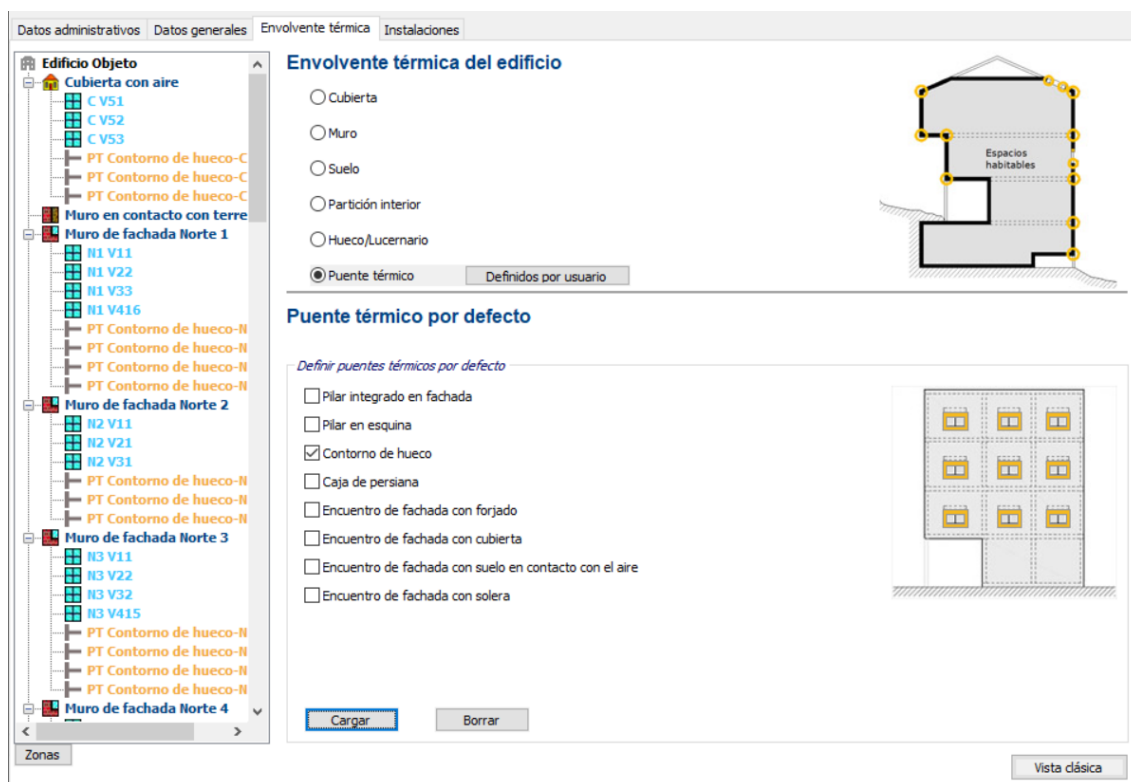


Ilustración 23: Puentes térmicos

5. PATRON DE SOMBRAS

Pasamos a ver el punto del patrón de sombras, ya que se trata de una parte importante dentro de nuestro programa y a priori la menos intuitiva.

El patrón de sombras nos permite saber la sombra que proyectan objetos u otros edificios sobre el nuestro, así como las sombras propias que producen unas fachadas sobre otras o elementos constructivos del propio edificio como pueden ser voladizos.

La radiación solar como parece evidente afecta considerablemente a la eficiencia energética y tendremos que tener en cuenta como veremos en la explicación

detallada, la orientación del edificio, ya que por ejemplo las fachadas con orientación norte no tendrán sombras por la trayectoria que describe el Sol.

Para nuestro proyecto, tenemos un edificio totalmente aislado sin elementos que impidan la radiación solar, por tanto no tendremos sombras provocadas por objetos adyacentes. Nuestro estudio de sombras será principalmente sobre sombras propias del edificio, que dada su irregularidad y gran cantidad de fachadas, tendremos varios para estudiar.

En el caso de todos los voladizos, como vimos en el apartado de huecos y lucernarios, una de las opciones que nos daba el programa era para introducir cualquier elemento de protección solar y ahí ya introducimos todos estos elementos, por tanto no tendremos que volver a meterlos, ya que en ese caso podríamos llevar al programa a error considerando un doble voladizo.

Vamos a pasar a explicar los parámetros necesarios para el cálculo de un patrón de sombras, con las que se definen los puntos extremos de los obstáculos aledaños:

- Acimut α en grados: define el ángulo que se desvía en el plano horizontal con respecto al sur, el cual se considera 0 grados. Como criterio general se toman ángulos negativos hacia el este y ángulos positivos hacia el oeste como vemos en el siguiente gráfico

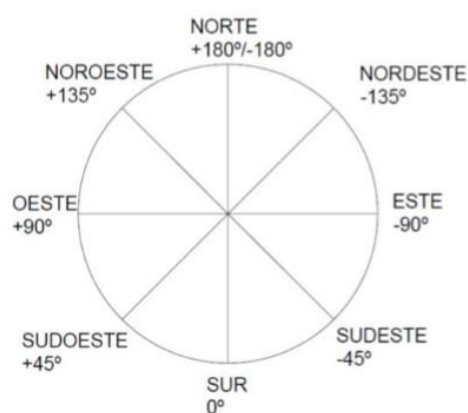


Ilustración 24: orientación fachadas

- Elevación β en grados: representa la altura de la sombra que produce un obstáculo sobre nuestro edificio que se analiza mediante un ángulo respecto del suelo.

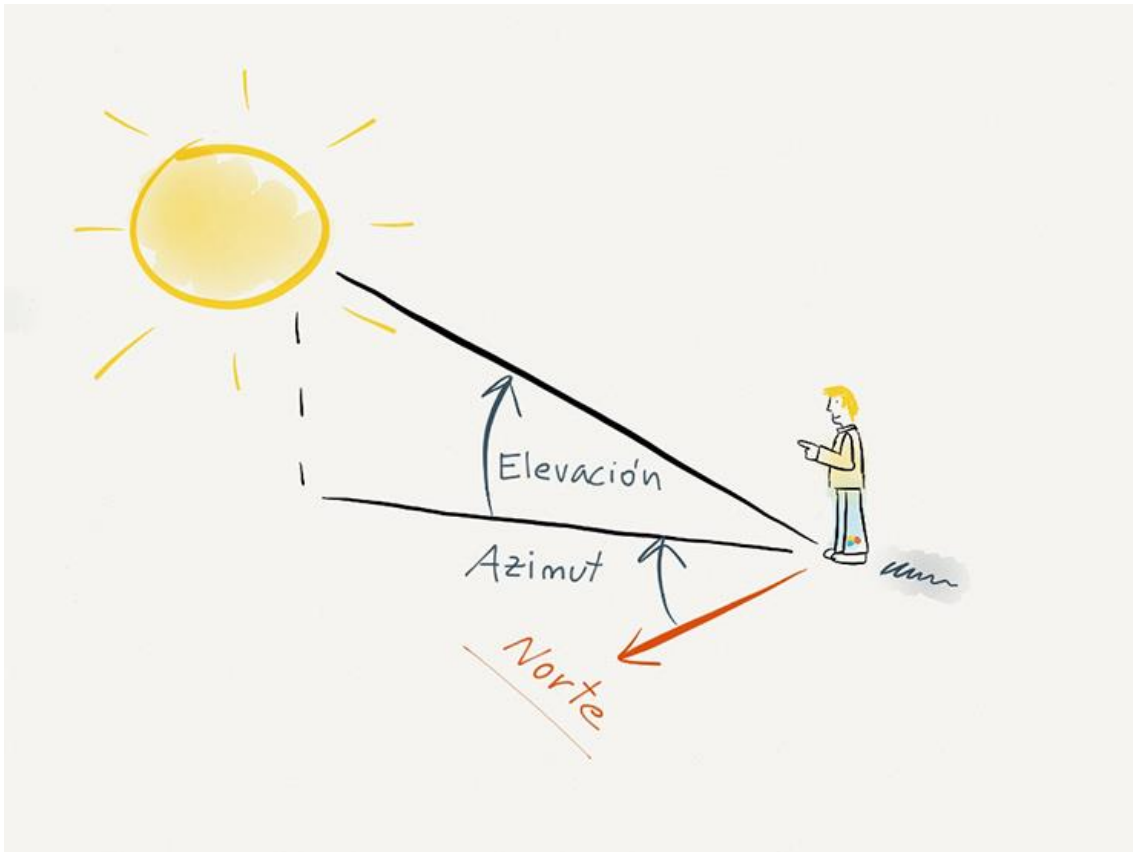


Ilustración 25: Croquis elevación y acimut

5.1. PATRON DE SOMBRAS EN CE3X

Una vez definidos los parámetros necesarios para conocer el patrón de sombras en cada fachada, procedemos a introducir los datos en ce3x. Para ello el programa nos proporciona dos formas, la primera de ellas de forma general desde la pestaña patrones de sombra en la que tendremos que definir los planos que arrojan sombra. Estos planos se definen por cuatro puntos. Normalmente dos de ellos tienen altura solar cero y corresponden con (β_3 y β_4)



Ilustración 26: Toma de datos patrón de sombras

La recogida de datos conviene organizarla en una tabla para tener claro qué parámetros debemos introducir en el programa. En el ejemplo que vemos, necesitaremos saber:

- L: distancia desde el centro de una fachada de nuestro edificio a cada uno de los puntos del objeto que genera la sombra.
- H: altura desde el punto medio de nuestra fachada hasta el punto más alto del objeto que provoca la sombra.
- β : se define como altura solar y viene determinado por la ecuación $-\beta = \arctg (H/L)$.
- α : acimut que hemos definido previamente.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Punto	L	H	H/L	β	α
1	18,2	1,8	0,099	5,65°	-64°
2	9,1	1,8	0,198	11,12°	-39°
2	9,1	4,6	0,505	26,82°	-39°
3	6,3	4,6	0,730	36,14°	10°
3	6,3	1,8	0,286	15,95°	10°
4	7,6	1,8	0,237	13,32°	40°

Ilustración 27: datos patrón de sombras

Haremos este proceso con cada uno de los planos que generen sombra sobre nuestra fachada de estudio y el programa nos mostrará en su interfaz cada uno de los planos que vamos a generar. Estos planos los agrupamos con un “nombre del patrón de sombras”, que posteriormente utilizaremos en la envolvente térmica en la fachada o hueco que corresponda.

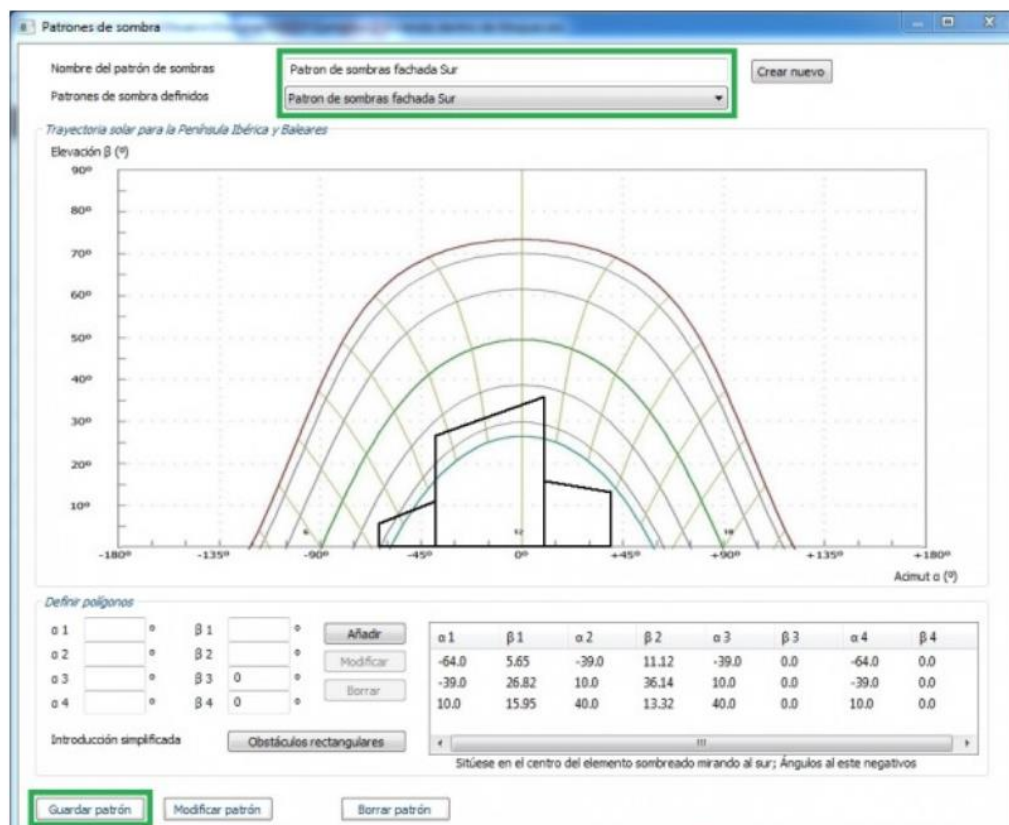


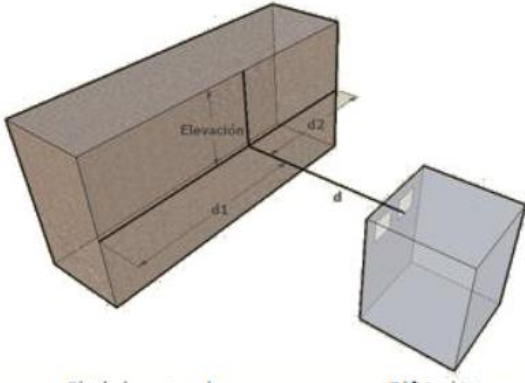
Ilustración 28: Definición patrón de sombras

La segunda de las opciones, es la introducción de datos simplificada para obstáculos rectangulares. En este caso necesitaremos la orientación, la distancia al objeto que provoca la sombra, la altura desde el punto medio de nuestra fachada al punto más alto de del objeto, y las distancias a izquierda y derecha desde el punto central a los extremos de dicho objeto.

Una vez tenemos estos datos los introducimos en la interfaz del programa que se encargará automáticamente de generar los acimut 1,2,3,4 y los puntos de elevación 1,2,3,4, con estos dos últimos automáticamente cota 0.

Obstáculos rectangulares

Definición del obstáculo rectangular



Obstáculos rectangulares Edificio objeto

Orientación:

d: m

d1: m

d2: m

Elevación: m

Polígono definido

Acimut 1	<input type="text" value="50.2"/>	°	Elevación 1	<input type="text" value="9.1"/>	°
Acimut 2	<input type="text" value="112.6"/>	°	Elevación 2	<input type="text" value="10.9"/>	°
Acimut 3	<input type="text" value="112.6"/>	°	Elevación 3	<input type="text" value="0"/>	°
Acimut 4	<input type="text" value="50.2"/>	°	Elevación 4	<input type="text" value="0"/>	°

Ilustración 29: Sombras simplificadas CE3X

En nuestro caso como todas las sombras son propias de la geometría del edificio, por simplificar la toma de datos utilizaremos este último método ya que los datos de distancias y elevación se pueden conseguir fácilmente en los planos. Paso a calcular todas las sombras entre fachadas siguiendo el siguiente ejemplo, que

DESDE FACHADA (a) + DESDE FACHADA (b)

Orientación = ESTE	Orientación = Sur
$d = 1,125m$	$d = 8,32m$
$d_1 = 0$	$d_1 = 1,125m$
$d_2 = (4,16 + 4,16)_m = 8,32m$	$d_2 = 1,125m$
Elevación = 9,80m	Elevación = 9,80m

Ilustración 30: Esquema patrón de sombras

6. INSTALACIONES

Esta es la última pestaña que tenemos que completar para dejar definida la envolvente térmica.

Tenemos que introducir según nos marca RITE (Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios). Definimos equipos de agua caliente sanitaria, equipos de calefacción y refrigeración, contribuciones energéticas, equipos de iluminación, equipos de aire primario, ventiladores, equipos de bombeo y torres de refrigeración.

Nuestro edificio cuenta con un sistema de agua caliente sanitaria (ACS) en el 100% de su superficie y calefacción para todas las zonas no comunes del edificio que estimaremos en un 80% de la superficie total a efectos de introducción de datos en el programa. La caldera es el siguiente modelo con sus características:

- Marca : Roca
- Modelo : CPA 200
- Potencia nominal (P) : 232.6 KW
- Rendimiento : 82%
- Presión max. : 5 bar
- Temperatura max. : 100 °C
- Año : 1999



Ilustración 31: Características caldera

En este caso tendremos que elegir para el rendimiento estacional la opción estimada según instalación, ya que no hemos podido ensayar el rendimiento ni tenemos opción de justificarlo para seleccionar conocido, y tampoco conocemos la curva de rendimiento.

Para la opción de estimado necesitamos conocer además de los datos que hemos obtenido de la ficha técnica de la caldera, la carga media real y el aislamiento de la caldera.

Carga media real: explicamos que es el factor de carga media real de las calderas (Bcmb) y la influencia que este parámetro tiene cuando realizamos una certificación energética de edificios existentes utilizando el programa CE3X.

El factor de carga media real. Es la media de las fracciones de carga del generador durante su tiempo de servicio. Conforme a lo indicado en el Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X (Apdo. 5.1, página 23), el programa calcula las emisiones CO₂ asociadas al servicio de calefacción en base a los valores especificados de rendimiento medio estacional del generador y la demanda del

edificio. Cuando seleccionamos la introducción de datos del generador por el método "Estimado", para la obtención del rendimiento medio estacional del generador el procedimiento descrito en la norma UNE 15378: Sistemas de calefacción en los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, Apdo. 4.2.1, página 78):

Ecuación 1. Rendimiento estacional

$$\eta_{gen} = \eta_{comb} - \left(\frac{1}{\beta_{cmb}} - 1 \right) \alpha_{ch,off} - \frac{1}{\beta_{cmb}} \cdot \alpha_{ge}$$

Los parámetros que intervienen en dicha ecuación son:

- η_{comb} : rendimiento de combustión. Es uno de los datos de entrada del programa. Se obtiene realizando un análisis de combustión al sistema generador de calor. Ante la imposibilidad de la obtención de este parámetro se determinará un valor del 85%.
- $\alpha_{ch, off}$: factor de pérdidas por la chimenea con el quemador parado. Estimado por el programa.
- α_{ge} : factor de pérdidas a través de la envolvente del sistema de generación de calor. El programa lo estima en función del dato de "Aislamiento de la caldera".
- β_{cmb} : factor de carga media real. Es la media de las fracciones de carga del generador durante su tiempo de servicio. El factor de carga media real, puede estimarse, para el caso de instalaciones con varios generadores funcionando simultáneamente, empleando la ventana que aparece cuando pulsamos el botón "?".

En aquellos casos donde no se disponga de la información suficiente para el cálculo de β_{cmb} , se considerará el valor por defecto de 0,2 (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, tabla 34, página 80).

Es posible calcular el valor de la carga media real β_{cmb} mediante la ecuación (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, Apdo. 4.2.1, página 79):

Ecuación 2. Factor de carga media

$$\beta_{cmb} = \frac{V_{del} \cdot H_x}{\Phi_{cmb} \cdot t_{gen}}$$

Dónde:

- V_{del} : consumo real de combustible. Puede ser obtenido por medio de facturas energéticas o por el contador volumétrico de la instalación, si existe. Se debe expresar el consumo real de combustible en las mismas unidades en las que estará expresado su poder calorífico.
- H_x : poder calorífico del combustible. Se debe obtener en kilovatios hora (kWh) por unidad másica o volumétrica, concordando con la utilizada en el consumo real.
- Φ_{cmb} : potencia nominal del sistema generador. La potencia nominal puede obtenerse a partir de la placa de característica del equipo que compone el sistema generador o de información comercial de dicho equipo.
- t_{gen} : define el tiempo de funcionamiento del sistema generador en período de tiempo considerado. Este parámetro afecta al tiempo de disposición de servicio de la/s caldera/s del sistema generador, no de su/s quemador/es. Este parámetro se puede obtener del programa de funcionamiento del sistema o de algún contador horario, si se dispone. En caso de que no se disponga de ninguna de las dos opciones, se estimará según el criterio del técnico certificador (o bien se obtendrá del propietario o de la comunidad). Debe estar expresado en horas (h).

El rendimiento medio estacional se puede entender explicando la diferencia entre rendimiento instantáneo y rendimiento estacional.

El rendimiento instantáneo es el porcentaje de calor que se aprovecha, una vez consideradas las pérdidas en humos, productos no quemados y por la envolvente de la caldera (rendimiento puntual, en unas condiciones de funcionamiento concretas).

El rendimiento estacional es el rendimiento que se produce en el generador de calor a lo largo de todo el periodo de invierno (rendimiento en función de las

condiciones variables de demanda y funcionamiento de una instalación real). Nuestro programa CE3X calculará este rendimiento mediante una pestaña donde tendremos que introducir el tipo de aislamiento tiene la caldera a simple vista.

Ayudándonos de la foto, diremos que se trata de una caldera antigua con un aislamiento medio.



Ilustración 32: Caldera actual calefacción y ACS

Una vez introducidos estos datos, tendremos que indicar los acumuladores que tiene el sistema. En nuestro caso la caldera cuenta con dos acululadores de 3000 L cada uno, ya que necesitamos dar servicio a una supercifre del 100% en ACS y 80% en calefacción, lo que supone 13188 metros cuadrados en ACS y 10550,4 para calefacción. Con estos acumuladores aseguramos que tenemos suficiente agua caliente para abastecer instantaneamente las necesidades de nuestro edificio.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre	Calefacción y ACS	Zona	Edificio Objeto
Características		Demanda cubierta	
Tipo de generador	Caldera Estándar	ACS	Calefacción
Tipo de combustible	Gas Natural	Superficie (m2)	13188.0
		Porcentaje (%)	100
Rendimiento medio estacional			
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación	Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción)	64.6 %
Potencia nominal	232.6 kW		
Carga media real fcomb	0.2 ?	Aislamiento de la caldera	Antigua con mal aislamiento
Rendimiento de combustión	82 %		
<input checked="" type="checkbox"/> Con Acumulación			
Valor UA	Por defecto	UA	59.4 W/K
Volumen de un depósito	3000 l	Tª alta	80 °C
		Tª baja	60 °C
	Multiplicador	2	

Ilustración 33: Caldera actual CE3X

Pasamos a analizar el equipo de refrigeración y calefacción en las zonas comunes que representan el 20% de superficie restante, que será producido por la misma máquina, LDC 300V EVO R410A.



Ilustración 34: Ficha técnica caldera calefacción/refrigeración

Los enfriadores o calentadores de agua con condensadores enfriados por aire son unidades de capacidad media, especialmente adaptadas para la calefacción y aplicaciones de aire acondicionado en los campos de oficinas, atención médica, industria, administración, comercial y residencial edificios.

Estas unidades empaquetadas estándar están diseñadas para el exterior instalación, no hay que tomar precauciones particulares contra condiciones climáticas adversas. Para operar en modo frío o calor, estas unidades utilizan el aire exterior como la única fuente externa; esto permite que la evacuación del calor en verano o el suministro de energía térmica para la calefacción en invierno. Conectado a un piso de calefacción o refrigeración, a unidades de fan coil o a una unidad de manejo del aire, el Aquaciat 2 serie reversible ILDILDC-ILDH permite calentar y climatizar fácilmente edificios. Cada unidad está ensamblada, cableada eléctricamente (control y capacidad), cargado con refrigerante, y probado en fábrica. La instalación es muy simple y las únicas operaciones que se que se llevan a cabo en el sitio son los cables eléctricos y el agua conexiones.



Ilustración 35: bomba de calor actual

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Para introducir los datos de la máquina, necesitamos saber el tipo de generador que tenemos, en este caso, una bomba de calor.

En nuestro edificio tenemos cubierta una superficie del 20%, que representa las zonas comunes, tanto en calefacción como en refrigeración.

En cuanto al rendimiento medio estacional, como no hemos podido ensayar la bomba de calor, estimamos según instalación, introduciendo la antigüedad de la máquina, que según su ficha técnica es bastante actual, del año 2015, por lo tanto nos proporciona un rendimiento estimado nominal de calefacción del 270% y un rendimiento nominal de refrigeración de 250%.

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre Zona

Características

Tipo de generador

Tipo de combustible

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	<input type="text" value="2637.6"/>	<input type="text" value="2637.6"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional

Antigüedad del equipo

Calefacción	Rendimiento nominal <input type="text" value="270.0"/> %	Rendimiento medio estacional <input type="text" value="173.3"/> %
Refrigeración	Rendimiento nominal <input type="text" value="250.0"/> %	Rendimiento medio estacional <input type="text" value="242.1"/> %

Ilustración 36: calefacción y refrigeración CE3X

El siguiente punto que nos proporciona el programa es de contribuciones energéticas, en el que podremos indicar las fuentes de energía renovable y la generación de electricidad mediante energías renovables o por cogeneración. En nuestro caso el edificio no cuenta con energías renovables, por lo que es un punto importante que debemos abordar en las posibles mejoras.

Como vemos en el documento básico HE sobre el ahorro de energía, en su actualización de diciembre de 2019, "El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención.

El consumo de energía primaria no renovable (Cep,nren) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la

parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) obtenido de la tabla 3.1.a-HE0 o la tabla 3.1.b-HE0:"

Tabla 3.2.b - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
	$165 + 9 \cdot C_{FI}$	$155 + 9 \cdot C_{FI}$	$150 + 9 \cdot C_{FI}$	$140 + 9 \cdot C_{FI}$	$130 + 9 \cdot C_{FI}$

C_{FI} : Carga interna media[W/m²]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Ilustración 37: Consumo energía primaria no renovable

En nuestro caso el edificio no cuenta con energías renovables, por lo que es un punto importante que debemos abordar en las posibles mejoras, ya que además de por normativa, a nivel de eficiencia energética es un punto muy influyente.

Pasamos a los equipos de iluminación. En este punto utilizaremos las directrices que nos aporta la Sección HE 3 Eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación, donde vemos que la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = P \times 100 / S \times E_m$$

Siendo,

P : la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S : la superficie iluminada [m²];

E_m : la iluminancia media horizontal mantenida [lux].

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

- Grupo 1: Zonas de no representación o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado aun segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.
- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

3.-Los VEEI límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1.

Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.”

Grupo	Zonas de actividad diferenciada		VEEI límite
1 Zonas de no representación	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas		5
	zonas comunes (1)		4,5
	aparcamientos		5
	administrativo en general		3,5
	aulas y laboratorios (2)		4
	habitaciones de hospital (3)		4,5
	salas de diagnóstico (4)		3,5
	espacios deportivos (5)		5
	andenede estaciones de transporte		3,5
	pabellones de exposición o ferias		3,5
	recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior		4,5
2 Zonas de representación	zonas comunes (1)		10
	estaciones de transporte (6)		6
	zonas comunes en edificios residenciales		7,5
	administrativo en general		6
	religioso en general		10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio y espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)		10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.		12
	hostelería y restauración (8)		10
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes		6
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)		8
	tiendas y pequeño comercio		10
	bibliotecas, museos y galerías de arte		6
	recintos interiores asimilables a Grupo 2 no descritos en la lista anterior		10

Ilustración 38: Valores límite de eficiencia energética de la instalacion de iluminación

Vamos a calcular si nuestro edificio cumple con los valores de eficiencia energética de la instalación. Necesitamos saber cada uno de los valores de la ecuación de VEEI.

Para el caso de la potencia, como no conocemos la potencia de la instalación total de nuestro edificio, nos iremos al peor de los casos que vemos reflejado en función del uso del edificio en la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Ilustración 39: Potencia máxima iluminación

Dado que nuestro edificio tiene tanto uso docente como residencial, utilizaremos la potencia máxima instalada de 12 W/m².

Para la superficie utilizaremos el 100% de superficie habitable, ya que toda zona habitable se encuentra iluminada, por tanto introducimos en la ecuación 13188 m².

Para calcular la iluminancia media mantenida, consultamos la Norma europea sobre la iluminación para interiores-UNE 12464.1 donde podemos ver en el apartado referente a centros educativos :

“En una instalación de alumbrado de un local destinado a un centro educativo, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.

- Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, que tanto por defecto como por exceso, pueden hacer indescifrable la escritura realizada sobre un cuaderno escolar. El color de la luz emitida por las lámparas tiene también una gran importancia en el comportamiento de los alumnos y en su aprovechamiento escolar, así lámparas de luz fría, proporcionan un ambiente similar al aire libre, que ayudan a evitar la sensación que pueden sufrir algunos alumnos por la permanencia de varias horas en un recinto cerrado, mientras que las lámparas de colores cálidos, proporcionan ambientes más sociables y relajados.

Estas y otras causas dan lugar a una mala iluminación, que no favorece a los alumnos, especialmente a aquellos con problemas de visión, lo que puede dar lugar a un aumento del índice del fracaso escolar.

Por otro lado, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/watio), unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.”

De la norma sacamos los datos más relevantes para nuestra instalación, ya que se trata en su mayor parte de aulas docentes y dormitorios.

Tipo de interior, tarea o actividad	E_m lux	UGRL	Ra
Aulas, aulas de tutoría	300	19	80
Dormitorio	100-200	19	80

Donde:

E_m lux es la iluminancia media horizontal mantenida.

UGRL es Unified Glare Rating Limit (Índice de Deslumbramiento Unificado Límite).

Ra es el índice de rendimiento de colores.

Por tanto para nuestro cálculo total utilizaremos una E_m lux de 250 lux.

Ahora con todos los datos podemos calcular $VEEI = P \times 100 / S \times E_m$

$$P = 12 \text{ W/m}^2 \times 13188 \text{ m}^2 = 158256 \text{ W}$$

$$S = 13188 \text{ m}^2$$

$$E_m = 250 \text{ lux}$$

$$VEEI = 158256 \text{ W} \times 100 / 13188 \times 250 \text{ lux} = 4.8$$

Este valor es menor que el valor máximo que veíamos en la tabla de valores límite de eficiencia energética de la instalación.

Finalmente pasamos a introducir los datos de nuestro edificio en CE3X sabiendo que en habitaciones y zonas de estudio tenemos bombillas incandescentes, y en zonas comunes bombillas de bajo consumo.

Ce3x solo nos deja introducir un tipo de iluminación para toda la instalación, por tanto utilizaremos la más desfavorable y representativa del edificio, que son las bombillas incandescentes.

Equipos de iluminación

Nombre	<input type="text" value="Iluminación"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
Características			
Superficie zona	<input type="text" value="13188.0"/> m2	<input checked="" type="radio"/> Sin control de la iluminación	<input type="radio"/> Con control de la iluminación
Eficiencia energética			
<input type="checkbox"/> Zona de representación	Actividad	<input type="text" value="Aulas y laboratorios"/>	
Definir características	<input type="text" value="Estimado"/>		
Tipo de equipo	<input type="text" value="Incandescente"/>		
Iluminancia media horizontal	<input type="text" value="300"/> lux		

Ilustración 40: Equipo iluminación CE3X

Continuamos con la siguiente pestaña de las instalaciones del edificio, en este caso, los equipos de aire primario. Necesitaremos saber el caudal de ventilación y si dispone de recuperación de calor.

Los equipos de aire primario se pueden definir como aquellos equipos que toman aire del exterior para renovar el aire del interior.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

En nuestro proyecto en la pestaña de datos generales ya explicamos e introducimos en el apartado de ventilación del inmueble la cantidad de aire necesaria en ren/hora necesarias para cumplir unas condiciones de salubridad.

Como ahora necesitamos el caudal en m³/h, para pasar nuestro dato de 7 ren/h multiplicamos por el volumen de nuestro edificio, con lo que tendremos la siguiente ecuación:

$$\text{Caudal ventilación} = 7 \text{ ren/h} * V = 7 * (13188 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ m}) = 323106 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para la pestaña de recuperación de calor, como nuestros equipos no disponen de esta opción, la dejaremos sin marcar.

Una vez tenemos definida toda la envolvente térmica y las instalaciones de nuestro edificio, podremos acceder a la pestaña 'calificación del proyecto', donde obtenemos dentro de una escala que va desde la A a la G, siendo A la calificación más favorable y G la más desfavorable. En nuestro caso hemos obtenido calificación E con 88.7 puntos, es una calificación bastante mejorable porque a pesar de estar próxima a D, tenemos mucho margen de mejora.

Dentro de la calificación que nos proporciona CE3X, podemos ver subapartados con su propia calificación. Esto nos puede servir para el siguiente apartado de medidas de mejora, ver en qué puntos debemos actuar.

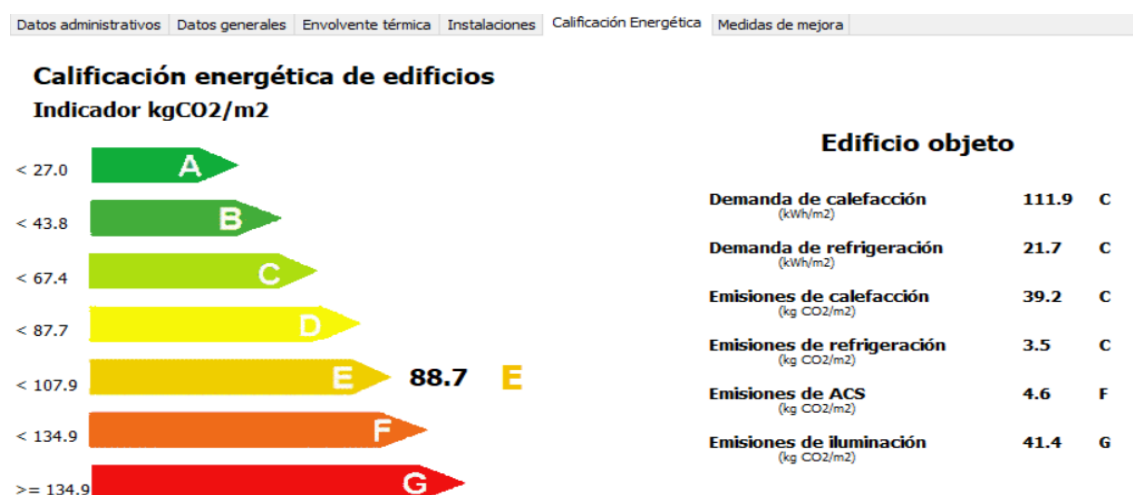


Ilustración 41: Calificación energética edificio

7. MEDIDAS DE MEJORA

El objetivo principal de este proyecto y de cualquiera de eficiencia energética en edificios, es mejorar su rendimiento y reducir las emisiones de CO₂ que este realiza a la atmósfera. En nuestro caso se trata de un edificio antiguo en el que podremos mejorar varios aspectos. Haremos varias propuestas, que pasaremos a estudiar su viabilidad tanto técnica como económica y veremos cuales de ellas se podrían llevar a cabo.

En la primera propuesta estudiaremos los diferentes tipos de caldera que podremos instalar, eligiendo finalmente la que mejor se ajuste a nuestro proyecto.

En la segunda propuesta abordaremos el cambio de iluminación, ya que como vimos en el informe es uno de los elementos más desfavorables.

En la tercera propuesta estudiaremos la instalación de paneles solares como una medida de innovación para un espacio público que será obligatoria en un futuro.

La cuarta propuesta será sobre la envolvente térmica, donde propondremos mejora de huecos.

7.1. SUSTITUCION CALDERA DE ACS Y CALEFACCION

Como hemos visto con anterioridad, la caldera de agua caliente sanitaria y calefacción está bastante obsoleta, del año 1999, lo que provoca una baja eficiencia energética, ya que no cuenta con el mejor rendimiento, ni el mejor aislamiento. En cuanto a la bomba de calor que produce calefacción y refrigeración, no merece la pena actuar, ya que su sistema es del año 2015 y tiene un buen rendimiento. En el ámbito de las calderas en los últimos años han aparecido una gran variedad de productos con una alta eficiencia energética que pasaremos a estudiar en detalle. Nuestros objetivos con el cambio de caldera serán:

- Mejorar la eficiencia energética.
- Reducir las emisiones de contaminación.

- Cumplir con la demanda energética de nuestro edificio.

Vamos a ver un estudio técnico de los diferentes modelos y posteriormente, veremos su viabilidad económica en el apartado de presupuestos.

CALDERA DE CONDENSACION DE GAS NATURAL

Esta propuesta consiste en mejorar la caldera de gas natural que tenemos del año 1999 por una actual y mantener el sistema de bomba de calor que da servicio a las zonas comunes con calefacción y refrigeración, lo que supondría actuar en el 80% de la superficie del edificio.

Con este tipo de calderas se consigue una alta eficiencia energética, generalmente superior al 90% del valor calorífico superior. Esto se consigue gracias a la recuperación de calor de la condensación del vapor de agua en los gases de escape. Este vapor saldrá posteriormente del sistema en forma líquida por un conducto de desagüe.

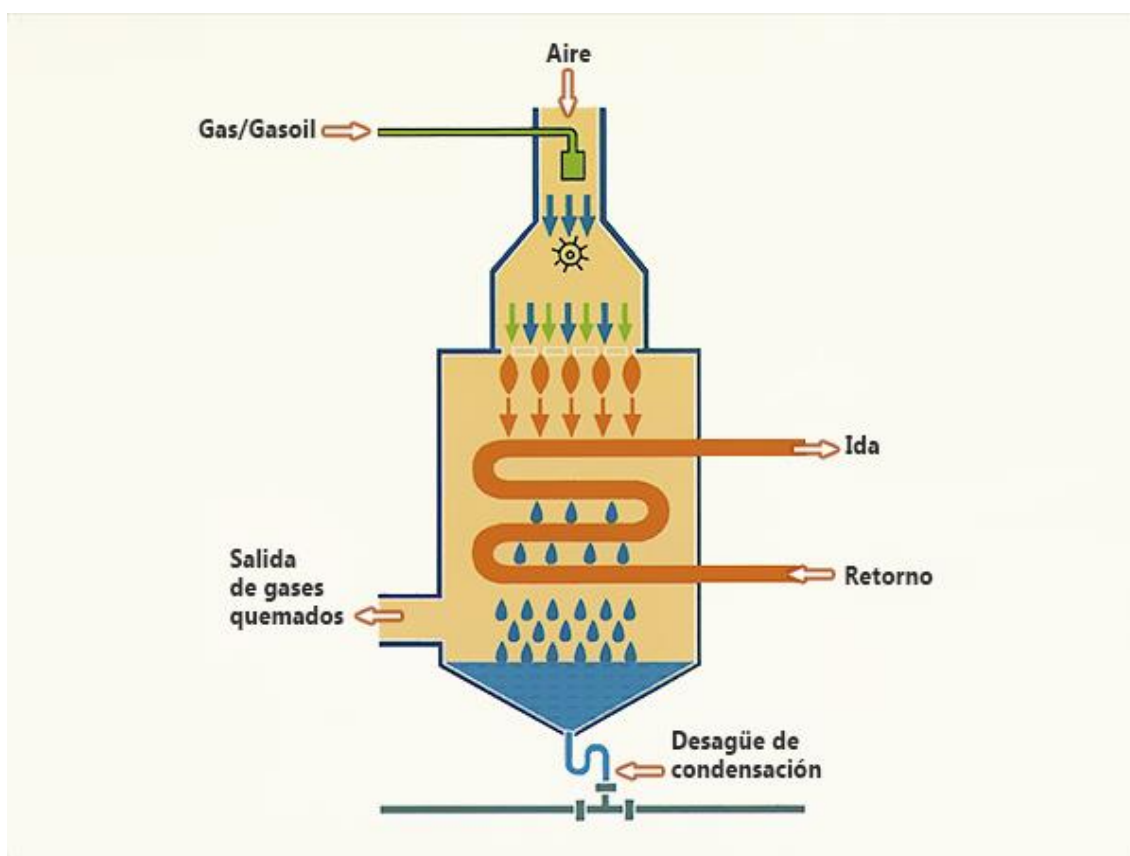


Ilustración 42: Funcionamiento caldera condensación

Como grandes ventajas con respecto a una caldera convencional destacamos:

- Debido al nuevo sistema de reutilización de energía, estas calderas pueden llegar a ahorrar un 30% de energía, que se verá reflejado en las facturas de gas.
- Se reducen los gases nocivos que desprenden, gracias a un sistema de bajas emisiones.
- Gran eficiencia energética, superando siempre un 90%

Como desventaja respecto a una caldera convencional, y como parece lógico dado que utiliza mayor tecnología, son más caras, por tanto tendremos que calcular si nos compensa a nivel económico.

La caldera con la que cuenta nuestro edificio actualmente es una Roca CPA 200 que ha tenido un buen funcionamiento los años que ha estado instalada. La marca Baxi absorbió a Roca calefacción en 2005, por tanto a modo de continuación y dado que conocen el sistema actualmente instalado, nos decantaremos por elegir esta marca para tener más facilidades de montaje y desmontaje de los equipos.

Nuestra elección será una caldera de condensación de pie Baxi Eurocondens SGB 260E.

Esta caldera proporciona como podemos ver en su descripción una serie de ventajas:

- “• Potencias desde 20 hasta 610 kW en la gama base SGB E, ampliable hasta 1220 kW con los conjuntos modulares.
- Elevado rendimiento estacional superior al 109 %, con un nivel de modulación del 16 % en los modelos SGB 125-300, y del 20 % en los modelos SGB 400-610.
- Facilidad de manipulación y transporte. Posibilidad de paso a través de puertas de dimensiones estándar.
- Posibilidad de funcionamiento estanco con toma externa del aire de combustión.
- Respetuosa con el medio ambiente gracias a su bajo nivel de emisiones, muy por debajo de los límites establecidos por la normativa actual.
- Bajo nivel de ruido.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

- Mantenimiento extremadamente simple gracias a la accesibilidad de todos sus componentes, así como al sistema de regulación incorporado, común a la gama BAXI de media potencia.
- Facilidad de instalación gracias a su suministro totalmente montada y lista para conectar."



EuroCondens SGB 125-300 E

- 01 Sistema de regulación ISR-Plus
- 02 Quemador de premezcla
- 03 Válvula de gas
- 04 Intercambiador de aluminio-silicio
- 05 Entrada de aire
- 06 Envolverte



Con un elevado rango de modulación, el quemador de la caldera EuroCondens SGB permite a la caldera adaptarse a las necesidades térmicas de la instalación en cada momento.

Datos Técnicos

EuroCondens SGB	125 E	170 E	215 E	260 E	300 E
Gasto [kW]	20 a 125	28 a 170	35 a 215	42 a 260	48 a 300
Potencia útil 50/30°C (kW)	21,3 a 133,1	29,8 a 181,3	37,4 a 229,6	44,9 a 278,1	51,4 a 321,3
Potencia útil 80/60°C (kW)	19,2 a 121,6	26,8 a 165,8	33,5 a 210,1	40,2 a 254,5	45,9 a 294
Rendimiento estacional a 40 / 30 °C (%)	109,5	109,6	109,6	109,7	109,7
Rendimiento estacional a 75 / 60 °C (%)	106,5	106,6	106,6	106,7	106,7
Peso (kg)	205	240	285	314	344

Ilustración 43: Caldera Eurocondens SGB 260E

Una vez tenemos la caldera elegida y sus datos técnicos, pasamos a introducirlos en el apartado de mejoras de CE3X, para ver cuánto mejora nuestro proyecto.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Propuesta 2 Caldera condensación ACS y calefacción

Características

Sustitución del equipo generador de ACS y calefacción por una caldera de condensación EuroCondens SGB 260E

Otros datos

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Añadir medida

Modificar medida

Borrar medida

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	111.9 C	111.9 C	0.0 %
Demanda de refrigeración	21.7 C	21.7 C	0.0 %
Emisiones de calefacción	26.4 B	39.2 C	32.6 %
Emisiones de refrigeración	3.5 C	3.5 C	0.0 %
Emisiones de ACS	2.9 D	4.6 F	37.1 %
Emisiones de iluminación	41.4 G	41.4 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	74.2 D	88.7 E	16.3 %

A

B

C

D 74.2 D

E

F

G

Ilustración 44: Mejora caldera condensación ACS

Como podemos ver esta mejora a nivel técnico ya que aumenta la calificación que teníamos de 88.7E a 74.2D, por lo que posteriormente en el capítulo de presupuestos entraremos a ver si es también viable a nivel económico y en caso afirmativo, a comparar con el resto de calderas que vamos a estudiar para la generación de agua caliente sanitaria.

CALDERA DE BIOMASA

Como en la propuesta anterior, seguiremos conservando la bomba de calor para las zonas comunes y mejoramos la caldera antigua por una alimentada por biomasa.

Las calderas de biomasa a diferencia de las calderas que conocemos habitualmente con combustibles fósiles, utilizan combustibles naturales que se

obtienen de fuentes totalmente renovables. Entre estos tipos de combustibles fósiles el más común son los 'pellets', un compuesto compactado de madera especial para combustión que provienen de residuos de industrias dedicadas a la madera.

Como ventaja con respecto a los combustibles tradicionales, los biocombustibles tienen un precio bastante más inferior y estable que no depende tanto de grandes compañías o descubrimiento de nuevos yacimientos, ya que sus fuentes están en constante y rápida regeneración. Por otra parte las emisiones de CO₂, aunque también tienen, son neutras, no producen efecto invernadero. Además, esta fuente de energía se obtiene de la limpieza de montes y productos de desecho en fabricas madereras, reduciendo considerablemente el riesgo de incendios.

Por el contrario este tipo de biocombustibles tiene dos problemas principales que se relacionan entre si: menor poder calorifico y ocupación de mayor volumen.

A modo de comparativa se puede decir que un kilogramo de pellets tiene aproximadamente la mitad de poder calorífico que un litro de gasoil.

Si tenemos una instalación antigua con un consumo de 5000 litros anuales necesitaremos 10000 kilogramos de pellets para alcanzar la generación antigua. Haciendo un cambio de unidades y sabiendo que los pellets de media se puede considerar que tienen una densidad de 700kg/m³, necesitaremos un depósito de 14.3 m³ que supone casi el triple de volumen que el anterior, o recargarlo tres veces al año y mantener el mismo volumen anterior.

Para entender entender el funcionamiento de una caldera de biomasa nos basamos en un artículo encontrado en la página web <https://www.arkiplus.com/funcionamiento-de-una-caldera-de-biomasa>:

“Una caldera de biomasa funciona de una forma similar a una caldera a gas. El quemador de combustible quema el pellet que se le proporciona, generando una llama horizontal que entra en la caldera, como suele suceder en los sistemas de gasoil.

El calor generado durante esta combustión (en este caso de combustible natural) es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. El agua caliente generada se utiliza para calefacción y agua caliente sanitaria,

climatización de piscinas, etc. La calefacción puede ser por cualquiera de los sistemas convencionales de agua, por ejemplo, suelo radiante, radiadores o fancoils.

Las calderas de biomasa necesitan un contenedor o silo para el almacenaje del biocombustible situado próximo a la caldera. Desde el mismo, un alimentador de tornillo sin fin o de succión, lo lleva a la caldera, donde se realiza la combustión. El combustible tipo pellet debe almacenarse con una inclinación de unos 45º para su correcta inserción en la caldera. Al quemar biomasa se produce algo de ceniza, que se recoge generalmente de manera automática en un cenicero que debe vaciarse unas cuatro veces al año.

Para optimizar el funcionamiento de la caldera de biomasa, podemos instalar un acumulador, que almacenará el calor de una forma similar a un sistema de energía solar.”

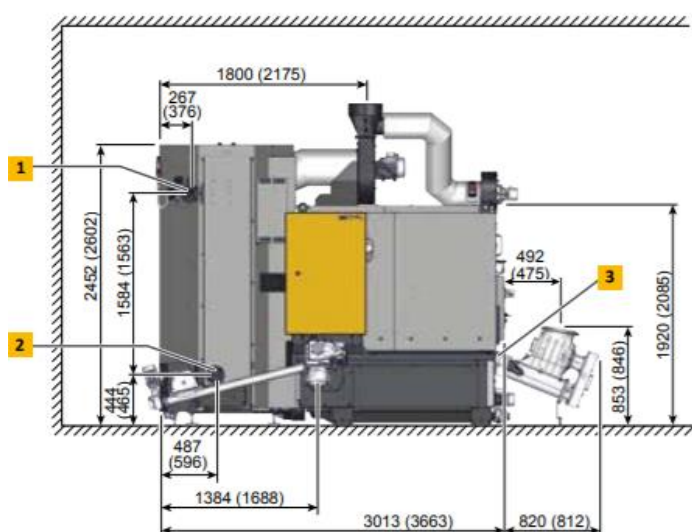
Instalando una caldera de biomasa, además de las ventajas ya mencionadas de sus biocombustibles, podemos añadir:

- Instalación más segura, dado que este tipo de combustible no explota.
- Ahorro importante en los costes de generación de energía para calefacción o ACS.

Pasamos a elegir una caldera adecuada para nuestro edificio. En este caso no tenemos ningún inconveniente de espacio, por tanto nos centraremos en buscar un modelo que cumpla con las expectativas de demanda energética en ACS de nuestro edificio.

La caldera elegida será el modelo ETA HACK 333 que contará con los siguientes parámetros que podemos ver en su hoja técnica.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social



Caldera de parrilla móvil		333	350	500
Rango de potencias nominales astillas M25 BD 150 (W25-S160)	kW	99 - 333	105 - 350	135 - 499
Rango de potencias nominales pellets	kW	99 - 333	105 - 360	135 - 499
Eficiencia con astillas de abeto a carga parcial / nominal*	%	93.1 / 92.2	93.2 / 92.9	94 / 93
Eficiencia con pellet a carga parcial / nominal*	%	92.9 / 92.9	93.0 / 92.9	93.8 / 93.2
Dimensiones de transporte de cámara de combustión A x F x H	mm	1,300 x 2,000 x 2,000		1,600 x 2,300 x 2,200
Dimensiones de transporte del intercambiador de calor A x F x H	mm	1,300 x 2,000 x 2,500		1,600 x 2,300 x 2,700
Peso de la cámara de combustión	kg	2,505		3,170
Peso del intercambiador de calor	kg	1,454		1,980
Peso del alimentador con rotoválvula de una cámara	kg	211		221
Peso total	kg	4,170		5,371
Contenido de agua	Litros	747		1,095
Resistencia al flujo de agua (ΔT=20°C)	Pa/mws	9,000 / 0.9		12,000 / 1.2
Tiro de chimenea necesario a carga parcial / nominal	Pa	>2 / >5		
Presión de trabajo máxima	bar	6		
Rango de ajuste de temperaturas	°C	70 – 90		
Temperatura de trabajo máxima	°C	95		
Temperatura mínima de retorno	°C	60		
Clase de caldera	5 según EN 303-5:2012			
Combustibles adecuados	Astillas ISO 17225-4, P16S-P31S (G30-G50), máximo 40% contenido de agua; Pellets ISO 17225-2-A1, ENplus-A1			
Conexión eléctrica	400 V AC / 50 Hz / 16 A / 3P+N+PE			

Ilustración 45: Caldera biomasa ETA HACK 333

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Como vemos esta caldera cuenta con una potencia nominal de 333 KW y un rendimiento del 92.9% utilizando pellets.

Nos hemos decantado por esta máquina porque cumple la demanda de potencia que necesitamos, que hemos aumentado con respecto a la caldera de condensación, ya que nuestro edificio cuenta con cantidad de baños que podrían requerir un gran volumen de ACS simultaneo y una caldera de biomasa con menor potencia podría no cumplir la demanda.

Vuelvo a introducir la mejora en CE3x para ver el resultado a nivel técnico.

Conjunto de medidas de mejora

y calefacción

Nombre conjunto medidas mejora: Propuesta 3 Caldera biomasa ACS y calefacción

Características: Sustitución del equipo generador de ACS y calefacción por una caldera de biomasa ETA HACK 333

Otros datos:

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Añadir medida

Modificar medida

Borrar medida

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	111.9 C	111.9 C	0.0 %
Demanda de refrigeración	21.7 C	21.7 C	0.0 %
Emisiones de calefacción	6.1 A	39.2 C	84.4 %
Emisiones de refrigeración	3.5 C	3.5 C	0.0 %
Emisiones de ACS	0.2 A	4.6 F	94.8 %
Emisiones de iluminación	41.4 G	41.4 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	51.2 C	88.7 E	42.2 %

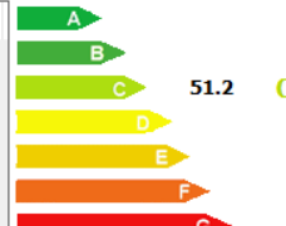


Ilustración 46: Caldera biomasa ETA HACK 333 CE3X

En este caso la mejora que nos produce es sustancialmente mayor que la caldera de condensación de gas natural, ya que las emisiones de calefacción y ACS se reducen drásticamente por el cambio de combustible. Tendremos que evaluar también su impacto económico.

BOMBA DE CALOR

Como tercera opción para nuestra caldera, vamos a proponer una bomba de calor que cumpla el 100% de superficie tanto para ACS como para calefacción y refrigeración. Actualmente en nuestra instalación tenemos una bomba de calor reversible. Esta bomba está prevista para zonas comunes que representan un 20% de la superficie. Como queremos aumentarlo al 100% y además introducir el sistema de agua caliente sanitaria en este sistema, necesitamos una máquina más potente.

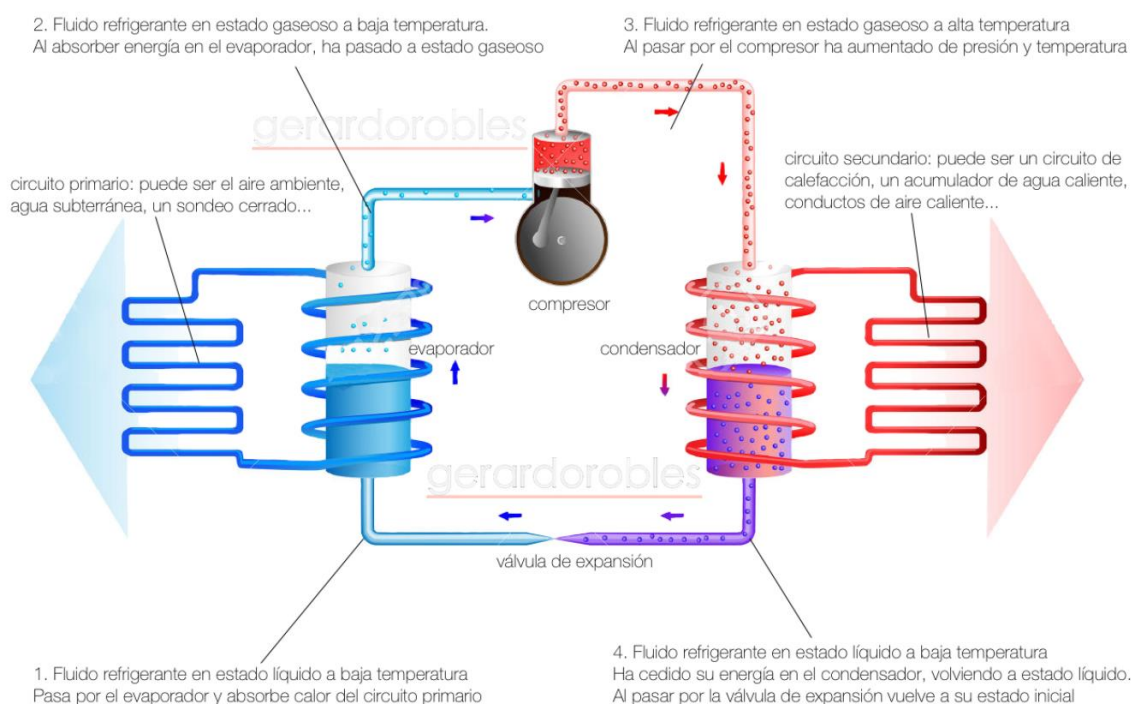


Ilustración 47: Esquema bomba calor

Para entender el funcionamiento de una bomba de calor, nos apoyamos en la página <https://blog.ferroli.es/que-es-y-como-funciona-una-bomba-de-calor/> de uno de los principales fabricantes de calderas, Ferroli:

“Las bombas de calor son un sistema de climatización que tiene como objetivo aportar calor a un espacio. Su mecanismo se basa en un ciclo de refrigeración

reversible, es decir, son capaces de aportar calor y calentar el agua sanitaria, como de aportar frío.

Este sistema de calefacción absorbe el calor del aire exterior y lo transporta hacia el espacio interior, haciendo que se trate de un sistema de bajo consumo y ecológico, gracias a que su fuente principal de energía proviene del calor existente en el aire.

Entre sus ventajas, las más relevantes son:

- Bajo consumo eléctrico. Las bombas funcionan con un compresor que consume electricidad para transportar el calor, no para generarlo. Consigue importantes ahorros respecto a los sistemas de calentamiento tradicional como gas, electricidad o gasóleo.
- Son reversibles. Podemos usarlas también como aparatos de aire acondicionado durante los meses de verano.
- Respeto al medio ambiente. Consumen mucho menos energía que otro sistema de climatización, y no emiten CO₂ a la atmósfera.

Las bombas de calor suelen estar formadas por dos elementos: el grupo bomba de calor, que, a su vez también puede estar formada por unidad exterior e interior y el depósito de acumulación de ACS. Ambos elementos están unidos por un circuito compuesto del evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de expansión.

Con respecto a su funcionamiento, el fluido refrigerante que circula por ese circuito, y que es la base de la bomba, está a baja temperatura y a baja presión, y por tanto está en estado líquido. Al conectar la bomba, empieza a aspirar aire del exterior, que pasa a través del evaporador rodeando el punto donde está el fluido y absorbe el calor presente en el aire, evaporándose. El aire es expulsado al exterior de nuevo más frío que cuando fue absorbido. Después, el fluido, en forma de gas a baja presión, entra en el compresor. El compresor se encarga de aumentar la presión y la temperatura, convirtiendo el gas en líquido caliente. Una vez el gas se convierte en fluido muy caliente, pasa al condensador, donde cede la energía al aire que lo rodea, calentándolo para enviarlo al interior de la habitación y, a medida que va cediendo toda la energía, condensándose y

volviendo así a estado líquido. Por último, el fluido pasa por la válvula de expansión para recuperar sus características iniciales (baja temperatura y baja presión) y comenzar de nuevo el ciclo.

En cuanto a los tipos de bombas de calor, podemos diferenciar entre cuatro:

- Bomba a calor aire-aire: Estas bombas de calor pueden aprovechar el intercambio entre dos elementos iguales generando la liberación o ganancia de calor entre un recinto cerrado y el exterior, generalmente son las que encontramos en funcionamiento en los climatizadores de ambiente.
- Bomba a calor aire-agua: Absorben el aire del ambiente y generan un intercambio entre el mismo y el agua, restando calor al ambiente y entregándoselo al líquido.
- Bomba a calor agua-agua: Requiere de algunas características como la existencia de aguas subterráneas, las cuales tengan una temperatura constante de entre 7 ° C y 12 ° todo el año. La bomba intercambia calor entre esta agua subterránea y la red de agua de la casa.
- Bombas de calor geotérmicas: Estas bombas de calor extraen el calor contenido en el subsuelo, suelen ser realmente agua-agua, pero al realizar el intercambio contra el subsuelo (temperatura prácticamente constante), aportan rendimientos elevadísimos, tienen el inconveniente de la instalación, aunque, luego de su puesta a punto generan mayor rentabilidad que cualquier otra, pero su precio y requisitos son sus condicionantes."

Para nuestra instalación el sistema ideal sería en un sistema aire-agua, en el cual el calor que recogemos del aire lo transferimos a nuestro edificio en forma de suelos o techos radiantes. Estos sistemas, dada la cercanía al mar y la zona climática en la que nos encontramos en la cual ninguna estación del año tiene temperaturas extremas, conseguiría temperaturas agradables sin necesidad de elementos visuales como los radiadores. Sin embargo al ser un edificio clásico con imponentes suelos de marquetería de madera con diseños y techos de escayola decorada especiales, tenemos que descartar esta medida. Las bombas de calor agua-agua y geotérmicas también suelen ir asociadas a suelos o techos radiantes, por lo tanto quedan descartadas.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

El sistema que vamos a utilizar será por tanto aire-aire por medio de split para calentar o enfriar cada una de las estancias.

Obtamos en este caso por un modelo más potente pero de la misma serie y marca que tenemos actualmente. El modelo elegido es LDC 1100V EVO R410A.

REVERSIBLE UNIT - HEAT PUMP TECHNICAL CHARACTERISTICS												
ILD - ILDC - ILDH		350V	400V	500V	540V	600V	700V	702V	800V	900V	1000V	1100V
Cooling capacity ①	kW	92.8	105.2	128.1	139.9	155.3	163.1	183.4	201.8	239.8	257.9	278.8
Power input	kW	31.4	35.2	44.4	46.1	52.5	59.5	61.5	69.8	83.0	91.9	101.5
EER Efficiency ②		2.96	2.98	2.88	3.03	2.96	2.74	2.98	2.89	2.89	2.81	2.75
Seasonal efficiency ESEER		3.70	3.84	3.27	3.97	3.95	3.63	3.83	3.81	3.75	3.77	3.63
Lw / Lp ③ (High Perf. - HP)	dB(A)	89/57		90/58		91/59				92/60		
Lw / Lp ③ (Low Noise version - LN)	dB(A)	83/51			85/53					87/55		
Lw / Lp ③ (Xtra Low Noise version - XLN)	dB(A)	-	-	-	-	-	-	81/49	82/50	81/49	81/49	83/51
Heating capacity ①	kW	95.0	108.8	132.6	147.1	164.0	181.5	191.1	213.5	247.9	265.2	285.7
Power input	kW	31.4	36.0	43.1	47.7	53.0	57.1	63.2	71.5	82.7	89.9	97.1
Performances COP ②		3.03	3.02	3.07	3.08	3.09	3.12	3.02	2.99	3.00	2.95	2.94
Compressor		Hermetic SCROLL 2900 rpm										

Ilustración 48: Características técnicas bomba calor

Paso a introducir esta bomba de calor en el programa y vemos los resultados técnicos de esta propuesta.

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora:

Características:

Otros datos:

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	111.9 C	111.9 C	0.0 %
Demanda de refrigeración	21.7 C	21.7 C	0.0 %
Emissiones de calefacción	21.4 B	39.2 C	45.5 %
Emissiones de refrigeración	3.0 B	3.5 C	14.4 %
Emissiones de ACS	1.4 B	4.6 F	69.4 %
Emissiones de iluminación	41.4 G	41.4 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	67.2 C	88.7 E	24.3 %

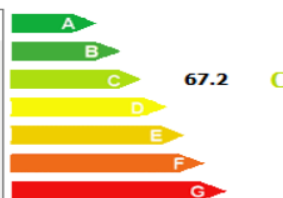


Ilustración 49: Bomba calor CE3X

Como vemos introduciendo una bomba de calor para todo el sistema que incluye ACS, calefacción y refrigeración, se consigue una mejora global de 24.3%. Donde más mejora se consigue es en las emisiones de ACS como parece lógico, ya que el 100% del sistema que se sustituye era una caldera vieja de gas natural con poca eficiencia, con lo que en este punto tenemos un 69.4% de ahorro energético. Para la calefacción, la mejora de emisiones es importante, 45.5%, menor que en ACS dado que en el sistema anterior, un 20% de la generación de calefacción ya funcionaba con bomba de calor. En el caso de la refrigeración, la mejora es solo de un 14.4%, ya que con el sistema actual del palacio, solo dispone de refrigeración un 20% de la superficie que corresponde con las zonas comunes. Al ampliar la superficie refrigerada, las emisiones también serán mayores, aunque tengamos un equipo más eficiente energeticamente hablando, de ahí que la mejora no es tan elevada como en las anteriores.

Las tres mejoras propuestas de sistemas generadores de ACS, calefacción y refrigeración a nivel técnico han resultado eficientes como era de esperar.

Para elegir una de las tres, hacemos una comparativa de sus presupuestos y con toda la información sopesaremos que sistema conviene más a un edificio tan singular como el que estamos estudiando.

7.1.1. PRESUPUESTOS CALDERAS

Para conocer el coste de cada uno de los tipos de calderas, utilizaremos una página de CYPE ingenieros que consiste en un generador de precios para cualquier tema relacionado con construcción. En la página [http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,config,idioma:0\[accion configuracion:acceder\[accion indice:1\[n:7169\]](http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,config,idioma:0[accion configuracion:acceder[accion indice:1[n:7169]) podemos leer, "El Generador de precios es el camino más directo para llegar al coste real de su proyecto, ya que permite la obtención de costes de construcción ajustados al mercado. Además, facilita la elaboración de una documentación de calidad (completa, consistente y con información técnica vinculada a cada unidad de obra), útil para las distintas fases del ciclo de vida del edificio (estudios previos,

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

anteproyecto, proyecto básico y de ejecución, dirección y ejecución de la obra, uso y mantenimiento, deconstrucción y reciclado final). Incluye productos de fabricantes y productos genéricos.

A diferencia de otros bancos de precios, el generador de precios de la construcción de CYPE tiene en cuenta las características concretas de cada obra para generar precios específicos para el proyecto que se está presupuestando.”

Introducimos los datos aproximados de nuestra posible reforma para que la página aproxime lo máximo posible sus precios a nuestro caso.

Las características de la obra actualmente seleccionada para los precios unitarios, tanto de materiales como de mano de obra y de maquinaria y los rendimientos de la mano de obra son las siguientes:

- Superficie de la intervención : 14.000,00 m²
- Superficie de la planta tipo : 3.500,00 m²
- Número de plantas sobre rasante : 4
- Número de plantas bajo rasante : 0
- Dificultad de acceso : Sin dificultad
- Almacenamiento de materiales y escombros : Suficiente
- Transporte de materiales : Sin dificultad
- Presencia de usuarios y mobiliario : Presencia ocasional de usuarios
- Estado de conservación del edificio : Bueno
- Grado de intervención : Parcial
- Dificultad de ejecución : Alta
- Localización de la obra : Santander (Cantabria)

- Mercado : Crecimiento sostenido (normal)

- Situación : Aislada

- Tipo de proyecto : Otros usos

- Distancia a vertedero autorizado : 34,00 km

- Geometría de la planta :



Ilustración 50: Características obra generador de precios

CALDERA DE CONDENSACION DE GAS NATURAL

Para comenzar con este presupuesto hay que tener en cuenta el desmontaje de la instalación anterior. En la propuesta de la caldera de condensación de gas natural, se mantenía el equipo de bomba de calor.

El presupuesto aproximado para el desmontaje de la caldera antigua será de 350 euros.

Para calcular el montaje y mantenimiento introducimos en el generador de precios las características de nuestra caldera de condensación y obtenemos un presupuesto detallado en el que vemos que el coste de la máquina asciende a 11777 euros y tendrá asociado unos costes de mantenimiento de euros durante los 10 primeros años.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Dentro de este presupuesto están todos los costes hasta tener la máquina totalmente montada y en funcionamiento, lo mismo pasará para el resto de presupuestos de calderas.

ICG237 Ud Caldera a gas, colectiva, de condensación, de pie, de fundición de aluminio.		11.777,38€			
Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de aluminio, gran aislamiento térmico y quemador modulante de gas natural, potencia útil 280 kW, peso 330 kg, dimensiones 600x1410x1400 mm, con cuadro de regulación, cámara de combustión estanca, construcción compacta, cuadro de mando para el control de la temperatura ambiental, sonda de temperatura exterior. Incluso válvula de seguridad, purgadores, pirotato y desagüe a sumidero para el vaciado de la caldera y el drenaje de la válvula de seguridad, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexiónada y probada.					
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt38cbu060ff	Ud	Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de aluminio, gran aislamiento térmico y quemador modulante de gas natural, potencia útil 280 kW, peso 330 kg, dimensiones 600x1410x1400 mm, con cuadro de regulación cámara de combustión estanca, construcción compacta.	1,000	10.954,22	10.954,22
mt38cbu500a	Ud	Cuadro de mando para el control de la temperatura ambiental, regulación de hasta 4 circuitos, 1 directo y 3 con válvulas mezcladoras, regulación de la temperatura con funcionamiento nocturno, programación diaria y semanal, programación de A.C.S.	1,000	185,79	185,79
mt38cbu535a	Ud	Sonda de temperatura exterior.	1,000	11,76	11,76
mt35aia910a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	10,000	0,20	2,00
mt35cun020a	m	Cable unipolar ES0721-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	20,000	0,32	6,40
mt37svs010a	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.	1,000	3,43	3,43
mt37sg020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,000	5,37	10,74
mt38ss120	Ud	Pirotato de rearme manual.	1,000	56,61	56,61
mt38www050	Ud	Desagüe a sumidero, para el drenaje de la válvula de seguridad, compuesto por 1 m de tubo de acero negro de 1/2" y embudo desagüe, incluso accesorios y piezas especiales.	1,000	12,06	12,06
mt38ccg021a	Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.	1,000	120,60	120,60
mt38www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.	1,000	1,35	1,35
mt37www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,000	1,09	1,09
Subtotal materiales:					11.366,05
2 Mano de obra					
mo004	h	Oficial 1º calefactor.	4,682	20,01	93,69
mo103	h	Ayudante calefactor.	4,682	18,52	86,71
Subtotal mano de obra:					180,40
3 Costes directos complementarios					
%			Costes directos complementarios		230,93
Coste de mantenimiento decenal: 11.188,51€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		11.777,38

Ilustración 51: Presupuesto caldera condensación

CALDERA DE BIOMASA

En esta propuesta de mejora también se mantiene la bomba de calor, por lo que el coste de desmontaje será exactamente igual que en el caso anterior, 350 euros.

Seleccionamos la potencia y el tipo de caldera de biomasa que queremos en el generador de precios, y el resultado obtenido es el siguiente donde vemos que el precio es de 52117 euros y un coste me mantenimiento de los 10 primeros años de 23452.66 euros. Este precio es más elevado que en la caldera de condensación de gas natural pero en este caso el combustible (pellets) que utilizaremos es más barato. Llegados a este punto debemos que tener en cuenta la amortización que calcularemos posteriormente con el programa.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38cbn018bzm	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 76,8 a 301 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1911x1116x1906 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con parrilla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción, base de apoyo antivibraciones, motor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 65 mm de diámetro y bomba de circulación, sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antirreflexión, conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexonada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	1,000	39.568,92	39.568,92
mt38cbn084a	Ud	Motor inductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic.	1,000	1.266,00	1.266,00
mt38cbn099e	Ud	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.	1,000	140,32	140,32
mt38cbn097a	Ud	Limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	1,000	64,28	64,28
mt38cbn085gga	Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 65 mm de diámetro y bomba de circulación para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	1,000	2.557,87	2.557,87
mt38cbn320d	Ud	Sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, formado por tubo de 3048 mm de longitud, de acero inoxidable, con dos curvas, tornillo sinfín flexible, motor de vaciado, pilar y cabezal de transferencia de la ceniza.	1,000	2.103,99	2.103,99
mt38cbn321a	Ud	Cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, con apertura por la parte superior.	1,000	759,60	759,60
mt38cbn091e	Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro.	1,000	252,42	252,42
mt38cbn095e	Ud	Regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antirreflexión, para caldera.	1,000	174,37	174,37
mt38cbn322a	Ud	Montaje de sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible.	1,000	121,51	121,51
mt38cbn102d	Ud	Supervisión y dirección del procedimiento de ensamble y conexonado interno de caldera de biomasa.	1,000	1.146,06	1.146,06
mt38cbn103d	Ud	Ensamblaje y conexonado interno de caldera de biomasa.	1,000	2.116,53	2.116,53
mt38cbn100d	Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	1,000	470,34	470,34
		Subtotal materiales:			50.842,21
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1º calefactor.	6,564	20,01	131,35
mo103	h	Ayudante calefactor.	6,564	18,52	121,57
		Subtotal mano de obra:			252,92
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2,000	51.095,13	1.021,90
Coste de mantenimiento decenal. 23.452,66€ en los primeros 10 años.				Costes directos (1+2+3):	52.117,03

BOMBA DE CALOR

Volviendo a introducir los datos de nuestra nueva instalación en el generador de precios obtenemos que esta posible mejora nos costaría 55340.15 euros y un mantenimiento durante los 10 primeros años de 35417.7 euros.

CV100 Ud Unidad autónoma aire-aire compacta de cubierta (roof-top).						53.340,156
<p>Equipo autónomo bomba de calor reversible aire-aire compacto de cubierta (roof-top), de 6316x2205x2095 mm, potencia frigorífica total nominal 276,6 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C), potencia frigorífica sensible nominal 190,2 kW (temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C), potencia calorífica nominal 266,5 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), EER (calificación energética nominal) 2,6, COP (coeficiente energético nominal) 2,9, potencia sonora 100 dBA, montaje (toma de aire exterior con compuerta motorizada y compuerta de retorno motorizada), para gas R-410A, equipado con carcasa de chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 10 mm de espesor, circuito exterior con 6 ventiladores axiales con motor estanco clase F y grado de protección IP54 y batería de tubos de cobre y aleías de aluminio, circuito interior con 1 ventilador centrifugo con 3 turbinas con motor eléctrico de 22 kW, filtros de aire reutilizables (prefiltro G4), batería de tubos de cobre y aleías de aluminio, bandeja de recogida de condensados y válvulas de expansión térmostáticas, circuito frigorífico con 4 compresores herméticos de tipo scroll, protecciones, cuadro eléctrico y regulación electrónica con microprocesador Gesclima PRO. Totalmente montada, conexiionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo.</p>						
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
mt42rcl020v1w1kha	Ud	<p>Materiales</p> <p>Equipo autónomo bomba de calor reversible aire-aire compacto de cubierta (roof-top), de 6316x2205x2095 mm, potencia frigorífica total nominal 276,6 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C), potencia frigorífica sensible nominal 190,2 kW (temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C), potencia calorífica nominal 266,5 kW (temperatura de bulbo húmedo en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), EER (calificación energética nominal) 2,6, COP (coeficiente energético nominal) 2,9, potencia sonora 100 dBA, montaje (toma de aire exterior con compuerta motorizada y compuerta de retorno motorizada), para gas R-410A, equipado con carcasa de chapa de acero galvanizado con aislamiento térmico de 10 mm de espesor, circuito exterior con 6 ventiladores axiales con motor estanco clase F y grado de protección IP54 y batería de tubos de cobre y aleías de aluminio, circuito interior con 1 ventilador centrifugo con 3 turbinas con motor eléctrico de 22 kW, filtros de aire reutilizables (prefiltro G4), batería de tubos de cobre y aleías de aluminio, bandeja de recogida de condensados y válvulas de expansión térmostáticas, circuito frigorífico con 4 compresores herméticos de tipo scroll, protecciones, cuadro eléctrico y regulación electrónica con microprocesador Gesclima PRO.</p>	1,000	53.687,80	53.687,80	
		Subtotal materiales:			53.687,80	
2		Mano de obra				
mo005	h	Ayudante 1º instalador de climatización.	15,216	19,42	295,49	
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	15,216	17,86	271,76	
		Subtotal mano de obra:			567,25	
3		Costes directos complementarios				
%		Costes directos complementarios	2,000	54.255,05	1.085,10	
Coste de mantenimiento decenal: 35.417,70€ en los primeros 10 años.				Costes directos (1+2+3):	55.340,156	

91

7.2. SUSTITUCION ILUMINACION ACTUAL POR LED

Como vimos en el informe que generamos con CE3X uno de los puntos donde más margen de mejora tenemos es en la iluminación, donde tenemos 41.4G de calificación, esto se produce principalmente porque nuestro edificio tiene todo el sistema de iluminación de bombillas incandescentes y el consumo que genera para producir la iluminación necesaria es muy elevado. Vamos a ver el funcionamiento del sistema de iluminación LED y sus ventajas y desventajas en relación con la incandescencia.

Un LED es realmente un diodo LED. Los diodos son componentes electrónicos que permiten el paso de corriente en un solo sentido. En este sentido de paso de corriente se comporta como un interruptor cerrado y en el sentido contrario de conexión como un interruptor abierto.

Los diodos Leds tienen dos patillas de conexión una larga llamada ánodo y otra corta, el cátodo. Para que pase la corriente y emita luz se debe conectar la patilla larga al polo positivo y la corta al negativo. En caso contrario la corriente no pasará y no emitirá luz.

El funcionamiento es muy sencillo. Cuando conectamos con polarización directa el diodo led el semiconductor de la parte de arriba permite el paso de la corriente que circulará por las patillas (cátodo y ánodo) y al pasar por el semiconductor, este semiconductor emite luz.

La iluminación por LED se está usando cada vez más debido a la cantidad de ventajas que tienen con respecto a otros sistemas de iluminación. Vemos una comparativa básica con un sistema incandescente:

Tipo de bombilla	Potencia (W)	Horas de uso	Nº Bomb.	Consumo día (kWh)	Consumo mes (kWh)	Precio (KW)*	Gasto mensual	Ahorro
Incandescentes	60	7/día	10	4,2	130,2	0,113044	14,71€	0%
LED	7	7/día	10	0,49	15,19	0,113044	1,72€	88%

Ilustración 54: Comparativa iluminación incandescente/LED

La principal diferencia que tenemos entre ambos sistemas es que las bombillas normales emiten luz pero también calor. El calor es energía que perdemos si hablamos exclusivamente de iluminación. En el caso de los LED también pierden en forma de calor energía pero en cantidades mucho menores. Esto hace que casi toda la energía que consuman se utilice en dar luz y no calor, con el consiguiente ahorro. El 80% de la energía que consume un led se transforma en luz, sin embargo, las bombillas convencionales solo transforman el 20% de lo que consumen en luz, todo lo demás se vuelve calor.

Otras ventajas que podemos al instalar sistema de iluminación LED son :

- Importante ahorro energético (puede llegar a un 90%)
- Gran vida útil (hasta 50000 horas que pueden ser unos 5 años de manera ininterrumpida), mientras que una lámpara de bajo consumo estará entre las 6000 y 8000 horas.
- Reducido mantenimiento
- Tiempo de encendido instantaneo.
- Nula carga inductiva en la red.
- No tienen parpadeo lumínico.
- Toda la graduación de temperaturas de color.
- Reducción de potencia instalada(hasta un 90% menos)
- Reducción de consumo por energía reactiva.

Por el contrario como era de esperar, son más caras que las bombillas incandescentes, llegando a costar más del doble.

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Características

Otros datos

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	127.6 D	111.9 C	-14.0 %
Demanda de refrigeración	2.6 A	21.7 C	88.0 %
Emisiones de calefacción	44.7 C	39.2 C	-14.0 %
Emisiones de refrigeración	0.4 A	3.5 C	88.0 %
Emisiones de ACS	4.6 F	4.6 F	0.0 %
Emisiones de iluminación	4.1 A	41.4 G	90.2 %
EMISIONES GLOBALES	53.8 C	88.7 E	39.4 %

Ilustración 55: Mejora iluminación LED

A pesar de la inversión inicial que detallaremos más adelante en el presupuesto, esta medida de mejora a nivel energético es altamente recomendable llevarla a cabo, ya que mejoramos las emisiones de iluminación en un 90,2% pasando de 41.4G a 4.1A, que es prácticamente inmejorable en cuestión de iluminación.

7.2.1. PRESUPUESTO ILUMINACION LED

Este precio no podemos calcularlo con el generador de precios de CYPE, utilizaremos DIALux, que es un programa conocido y muy potente de cálculo de instalaciones de iluminación.

Para poder realizar el cálculo de todo el edificio crearemos una de las estancias y aplicaremos una regla de tres para el resto de superficie. Buscamos una

luminosidad media de 300 lux que aplicaremos en toda la superficie, y mediante DIALux calculamos los puntos de luz necesarios, así como la potencia para conseguir los lux deseados.

Para 300 lux con luz LED necesitamos 8 W/m²

Creamos la sala de 140 m² que nos servirá de guía para el resto de la instalación y vemos que para esa superficie el programa nos calcula 162 puntos de luz. El tipo de bombilla que vamos a utilizar es Downlight Led BASIC COB 10W que tiene una potencia de 10W, un ángulo de 60° y unos lúmenes de 800lm. El precio de este tipo de bombilla LED es de 5.95 euros.

Como nuestro edificio tiene 13188 m², por regla de tres obtenemos 15260 puntos de luz, lo que supondría 90800 euros. Esta cantidad es aproximada y la hemos redondeado al alza, ya que alguna de las estancias del edificio no va a necesitar un cambio en la iluminación, ya que pertenecen a archivos y zonas en las que el uso de iluminación se produce durante muy pocas horas. Al haber hecho un redondeo tan al alza, suponemos que este precio sería el precio final, contando como en el resto de precios generados en CYPE, con desmontajes, instalaciones y mantenimientos.

7.3. INSTALACION DE PANELES SOLARES

En la búsqueda de modernizar las instalaciones de nuestro edificio, una de las mejoras que proponemos es la instalación de paneles solares para cubrir la demanda de ACS que habíamos estimado en un 100% y mantendremos la bomba de calor para calefacción y refrigeración del 20% restante.

Como sabemos el sol es una fuente inagotable de recursos, una energía limpia y segura, y sobre todo respetuosa con el medio ambiente. Una parte fundamental en la eficiencia energética es la reducción de emisiones contaminantes en nuestras instalaciones, y con esta manera de captar energía las reducimos al máximo.

Uno de los motivos por los que se plantea esta medida es por la situación geográfica que tenemos. España es uno de los países con con mayor tasa de horas

de luz efectivas y a pesar de que el norte tiene peor climatología, sigue siendo un sitio ideal para este tipo de sistemas.

En la página <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica> podemos leer: "la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y limpia que utiliza la radiación solar para producir electricidad. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica.

Para ello, se emplea un dispositivo semiconductor denominado celda o célula fotovoltaica, que puede ser de silicio monocristalino, policristalino o amorfo, o bien otros materiales semiconductores de capa fina. Las de silicio monocristalino se obtienen a partir de un único cristal de silicio puro y alcanzan la máxima eficiencia, entre un 18% y un 20% de media. Las de silicio policristalino se elaboran en bloque a partir de varios cristales, por lo que resultan más baratas y poseen una eficiencia media de entre el 16% y el 17,5%. Por último, las de silicio amorfo presentan una red cristalina desordenada, lo que conlleva peores prestaciones (eficiencia media de entre un 8% y un 9%) pero también un precio menor."

Nuestro sistema estará compuesto por generadores de autoconsumo que generan la electricidad que consume la propia vivienda y el resto lo descarga en la red. Al mismo tiempo, en caso de condiciones climatológicas adversas, puede coger energía de la red para cubrir la demanda cuando la unidad no le suministre la cantidad suficiente.

Como ventajas de la energía fotovoltaica podemos destacar:

- Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante, por lo que contribuye al desarrollo sostenible.
- Es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación, o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

- Es modular, por lo que se pueden construir desde enormes plantas fotovoltaicas, en suelo, hasta pequeños paneles para tejados.

Como nuestro edificio es de construcción singular, seleccionaremos una instalación de paneles en las cubiertas inclinadas que menos impacto visual tienen y lo dispondremos según se ve en la siguiente ilustración.

Aviso
Dentro de cada fila o batería los captadores solares se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores solares que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante (en general, se suele recomendar un máximo de 6 captadores solares por fila). En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.

Nº de captadores solares por fila: 6

Nº de filas: 4

Tipo de captador solar:
☒ Plano



Superficie útil: 2.14 m²
Dimensiones: 1143x2043x80 mm
Rendimiento óptico: 0.78
Coeficiente de pérdidas primario: 3.473 W/m²K
Coeficiente de pérdidas secundario: 0.017 W/m²K²

Superficie de la batería: 51.36 m²

Ilustración 56: Instalación paneles solares

Posteriormente introduzco en CE3X los datos en el apartado de contribuciones energéticas, y vemos que las emisiones de ACS se reducen en un 100%. La demanda de ACS en comparación con la calefacción y la refrigeración no supone una gran contribución, por lo que esta medida a nivel de emisiones globales solo nos mejora un 14,5% y tendremos que estudiar su viabilidad económica.

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Características

Otros datos

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	111.9 C	111.9 C	0.0 %
Demanda de refrigeración	21.7 C	21.7 C	0.0 %
Emisiones de calefacción	31.2 B	39.2 C	20.3 %
Emisiones de refrigeración	3.5 C	3.5 C	0.0 %
Emisiones de ACS	0.0 A	4.6 F	100.0 %
Emisiones de iluminación	41.4 G	41.4 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	75.8 D	88.7 E	14.5 %

Ilustración 57: Mejora paneles solares

7.3.1. PRESUPUESTO PANELES SOLARES

Como en el caso de las calderas, utilizamos el generador de precios de CYPE, donde vemos que tenemos unos costes de material e instalación de 24867.93 euros y un coste de mantenimiento de los 10 primeros años de 18899.63 euros.

Este precio a priori puede parecer muy elevado para la mejora energética que conseguimos, pero en caso de optar por ella se reduciría de manera considerable ya que el Gobierno de Cantabria tiene una serie de subvenciones para instalaciones de energía 100% renovable. A la hora de analizar la medida a nivel económico no entraremos en detalle sobre esas ayudas y haremos el análisis con el precio que nos proporciona el generador de precios.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Ampliar

Ocultar los capítulos

Enviar sugerencia

Exportación:

FIE

BDC

24.867,93€

ICB012 Ud Captador solar térmico para instalación colectiva, integrado en cubierta inclinada.

Captador solar térmico formado por batería de 24 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1143x2043x80 mm, superficie útil 2,14 m², rendimiento óptico 0,78, coeficiente de pérdidas primario 3,473 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,017 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, con cercos de estanqueidad.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38the005a	Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1143x2043x80 mm, superficie útil 2,14 m², rendimiento óptico 0,78, coeficiente de pérdidas primario 3,473 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,017 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de marco autoportante y tapa posterior de aluminio, aislamiento térmico de lana de vidrio, panel de vidrio de 4 mm de espesor, absorbente de cobre con recubrimiento Sunselect, tubería en forma de meandro y manguitos de conexión.	24.000	681,53	16.356,72
mt38the050a	Ud	Juego de bandejas y chapas de cobertura, básico, para dos captadores solares térmicos.	4.000	535,28	2.141,12
mt38the050b	Ud	Juego de bandejas y chapas de cobertura, de ampliación, para un captador solar térmico.	16.000	210,60	3.369,60
mt38the040a	Ud	Conexión recta para captadores solares térmicos con conexiones laterales, con aislamiento térmico.	40.000	12,68	507,20
mt38the500a	Ud	Purgador manual de aire con cuerpo de latón, con rosca de 3/8" de diámetro, para una temperatura máxima de 160°C.	4.000	21,45	85,80
mt38csg110	Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	4.000	38,80	155,20
mt38the150a	Ud	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico.	5.000	39,00	195,00
mt37sve010d	Ud	Válvula de estera de latón niquelado para roscar de 1".	8.000	9,81	78,48
		Subtotal materiales:			22.885,12
2		Mano de obra			
mo009	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	40.000	19,42	776,80
mo108	h	Ayudante instalador de captadores solares.	40.000	17,86	714,40
		Subtotal mano de obra:			1.491,20
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2.000	24.380,32	487,61
		Coste de mantenimiento decenal: 18.899,63€ en los primeros 10 años.			
		Costes directos (1+2+3):			24.867,93

Ilustración 58: Presupuesto paneles solares

7.4. SUSTITUCION CARPINTERIAS

El palacio como ya sabemos tiene una gran variedad de huecos, más de 50 tipos. La carpintería actual carpintería es de madera de pino y las hojas de las ventanas son de vidrio sencilo y sin particiones.

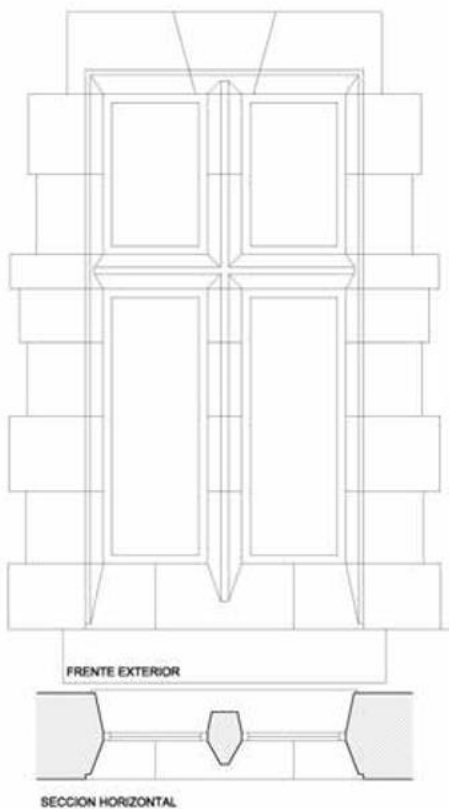


Ilustración 59: Carpinterías a sustituir

La sustitución de la carpintería permitirá aumentar considerablemente el aislamiento del edificio y mejorar su eficiencia energética y desaparecerá un elevado costo de mantenimiento.

Vemos a través del IDAE una guía técnica para sustitución de vidrios y cerramientos en la que mediante las siguientes gráficas se puede observar la mejora que provoca sustituir nuestro sistema actual de vidrio doble con marco de madera de baja densidad por un sistema más actual.

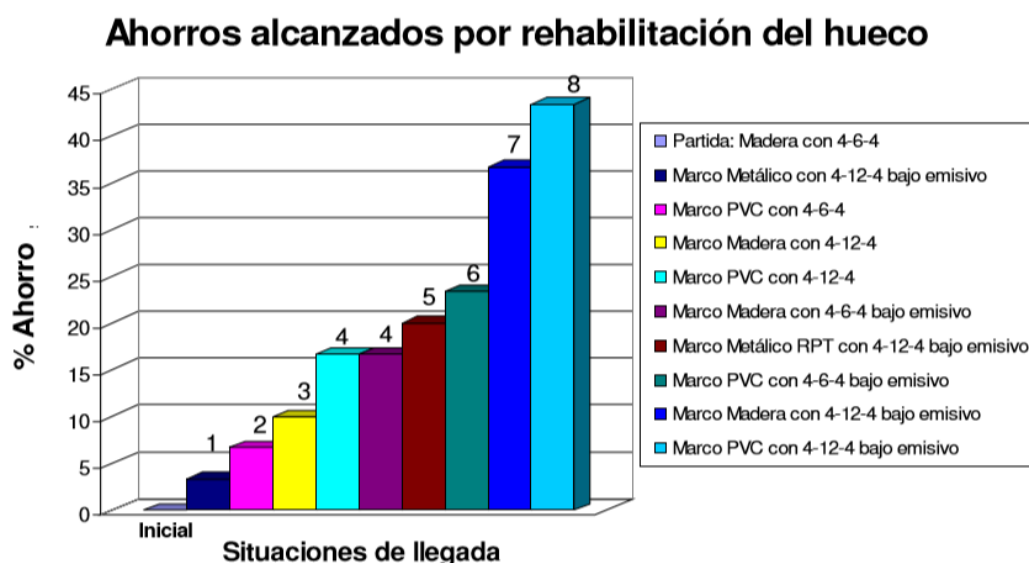


Ilustración 60: Ahorros rehabilitación huecos

Se propone una carpintería de aluminio anodizado blanco que respeta el formato de todos los huecos, recuperando algo más del 21% de superficie de vidrio con relación a la actual de madera con la consiguiente ganancia de luminosidad interior. Todos los vidrios serán de cámara, con control solar en orientación oeste y sur, algo más del 50% de los actuales, de modo que se aumentará enormemente el aislamiento del edificio con notable aumento de eficiencia y ahorro energético.

El proceso de anodizado en aluminio consiste en un proceso electroquímico en el que de manera controlada se forma una capa de óxido uniforme sobre el aluminio que cumple una doble función, por un lado decorar el perfil con un color

determinado, que en nuestro caso será blanco para respetar la estética del edificio y por otro lado protegerle contra la abrasión y la oxidación.

El fabricante de carpinterías seleccionado será Technal Unicity que produce ventanas con este tipo de sistema y consigue reducir el marco al máximo posible, lo que nos vendrá muy bien a nivel estético en nuestro edificio, que no podemos olvidar que es un factor importante a tener en cuenta.

Consultando su catálogo vemos las características técnicas que posteriormente tendremos que introducir en CE3X para cuantificar la mejora que aportan.

	DIMENSIONES MÁXIMAS	Hasta L 1 m x H 2,70 m (Balconera 1 hoja)
	PESO MÁXIMO POR HOJA	Hasta 130 kgs
	TÉRMICAS	Uw hasta 0,9 W/m².°K, sw= 0,41 y TLw= 0,54 con triple acristalamiento (Ug = 0,5 + intercalario aislante). Ventana 1 hoja L 1,25 m x H 1,48 m
	ACÚSTICAS	-43 dBA (Ra, Tr) 1 hoja oscilobatiente 88.2 sil - 20 - 66.2 sil
	ESTANQUEIDAD	A ₄ E ₁₀₅₀ V _{C5} Ventana 1 hoja oscilobatiente
	ACCESIBILIDAD	Perfil suelo PMR en balconera
	SEGURIDAD	Resistencia a la efracción clase CR2 (QB - BO)

Resultados de ensayos según las normas europeas en vigor

Ilustración 61: Características ventanas Technal Unicity

Una vez tenemos la información necesaria sobre transmitancias de los nuevos marcos y vidrios los introducimos en el programa para ver los resultados que produce.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Características

Otros datos

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Mejora de ventanas	Sustitución/mejora de Huecos

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	111.9 C	111.9 C	0.0 %
Demanda de refrigeración	14.9 B	21.7 C	31.0 %
Emisiones de calefacción	29.7 B	39.2 C	24.3 %
Emisiones de refrigeración	2.4 B	3.5 C	31.0 %
Emisiones de ACS	4.6 F	4.6 F	0.0 %
Emisiones de iluminación	41.4 G	41.4 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	78.1 D	88.7 E	11.9 %

Ilustración 62: Mejora ventanas CE3X

Vemos que al introducir esta propuesta, se mejoran tanto las emisiones de calefacción como las de refrigeración en un 24% y un 31% respectivamente. El punto negativo en este caso es que la sustitución de vidrios no afecta ni a las emisiones de ACS ni a las emisiones de iluminación que como hemos visto, son los puntos más desfavorables en nuestro proyecto. Esta sustitución en el edificio que estamos estudiando, significa cambiar unos 800 metros cuadrados de ventanas, que como veremos a continuación es un desembolso económico muy importante y viendo la poca mejora que produce, será muy complicado encontrar rentabilidad si nos basamos exclusivamente en términos económicos.

7.4.1. PRESUPUESTO VENTANAS

Para calcular el coste de esta medida, creamos un documento excel con precios obtenidos por la casa Technal Unicity, desglosado por tipos de ventanas y metros cuadrados de cada una de ellas. Dentro de este presupuesto tenemos el desmontaje de las carpinterías anteriores, que nos supone por metro cuadrado 5.18 euros y un total de 4164.56 euros. El coste total de la sustitución de las ventanas asciende a 136714.62 euros.

CARPINTERÍAS EXTERIORES	1,00	0,00	0,00	1,00	136.714,62	136.714,62
EXTRAC. CARPINT. EXTERIOR MADERA	0,00	5,18	0,00	803,97	5,18	4.164,56
Carpintería de Ventana Fija. 1 Hoja/Con Montante	0,00	374,62	0,00	7,76	374,62	2.907,05
Carpintería de Ventana Batiente Eje Vert. 1 Hoja	0,00	380,52	0,00	20,03	380,52	7.621,82
Carpintería de Ventana Batiente Eje Vert. 2 Hoja	0,00	371,38	0,00	48,08	371,38	17.855,95
Carpintería de Ventana Batiente Eje Vert. 2 Hoja/Con Montante	0,00	376,16	0,00	29,40	376,16	11.059,10
Carpintería de Ventana Batiente Eje Vert. 1 Hoja Semicircular	0,00	389,49	0,00	1,02	389,49	397,28
Carpintería de Ventana Oscilobatiente Eje Vert/Inf. 1 Hoja	0,00	458,84	0,00	79,59	458,84	36.519,08
Carpintería de Ventana Oscilobatiente Eje Vert/Inf. 1 Hoja/Con Montante	0,00	466,01	0,00	26,06	466,01	12.144,22
Carpintería de Ventana Oscilobatiente Eje Vert/Inf. 2/3 Hojas Dobles	0,00	488,65	0,00	34,19	488,65	16.706,94
Carpintería de Puerta de Paso. 1 Hoja Con Zócalo	0,00	231,97	0,00	5,80	231,97	1.345,43
Carpintería de Puerta de Paso. 1 Hoja/Con Montante	0,00	236,74	0,00	2,52	236,74	596,58
Carpintería de Puerta de Paso. 2 Hoja/Con Zócalo	0,00	256,36	0,00	7,96	256,36	2.040,63
Carpintería de Puerta de Paso. 2 Hoja/Con Zócalo y Montante	0,00	268,52	0,00	78,50	268,52	21.078,82
Carpintería de Puerta de Paso. 2 Hoja-2 Fijos/Con Zócalo y Montante	0,00	271,09	0,00	8,40	271,09	2.277,16
Total CAP_1.02	1,00	0,00	0,00	1,00	136.714,62	136.714,62

Ilustración 63: Presupuesto sustitución ventanas

Como podemos ver es con diferencia la medida más cara a pesar de no aportar tanta mejora como otros cambios propuestos en calderas. El principal motivo es que la sustitución de carpinterías no afecta ni a la demanda ni a las emisiones de ACS e iluminación, que son los puntos más desfavorables. Esto provoca que tengamos que estudiar en el análisis económico si esta medida es rentable y en caso afirmativo, en cuanto tiempo la podremos amortizar, aunque a priori se puede ver que no será amortizable.

8. ANALISIS ECONOMICO

Ya tenemos todas las mejoras planteadas con sus características técnicas, presupuestos e incrementos en la eficiencia energética de nuestro proyecto, por tanto tenemos que elegir cuales de ellas llevamos a cabo y las posibles combinaciones para ver su resultado y coste final.

Para encontrar una solución al problema de la rentabilidad de una inversión, hay que resolver mediante un análisis técnico/económico, la mejor relación posible entre la mejora energética y la inversión que destinamos en nuestro proyecto a mejorar tanto demandas como consumos energéticos.

En el caso de nuestro edificio tendremos parámetros cuantificables como pueden ser el ahorro de combustibles, la contaminación que se produce al medio ambiente o la potencia utilizada, pero hay otros más difíciles de medir a nivel técnico como la confortabilidad de una estancia, la mejora en la calidad de vida, la mejorara en la productividad en zonas de trabajo o enseñanza, la continuidad de la estética del edificio, etc. Alguno de estos criterios no tan técnicos, por la complejidad de nuestro edificio, nos han hecho descartar alguna medida.

En este proyecto, se determina la rentabilidad de cada mejora de manera individual y seleccionar las más rentables para conseguir que en conjunto mejoremos al máximo la eficiencia energética.

En la envolvente térmica contamos solo con una mejora, ya que la complejidad del edificio no nos permite actuar prácticamente nada más que pueda resultar viable a nivel técnico/económico.

Para la iluminación nos ocurre lo mismo, tenemos una propuesta de mejora únicamente, ya que actualmente, la tecnología LED es muy superior al resto que nos podemos encontrar en el mercado.

En el caso de las instalaciones, tenemos 5 propuestas diferentes y será la parte en la que más focalizaremos este estudio técnico/económico.

La idea es englobar en una propuesta final, la mejora de envolvente térmica, de iluminación y la mejor de las calderas.

Necesitaremos por tanto definir el término 'capitalizar' como determinar el valor de una inversión en función de las rentas que ha de generar. La operación inversa es determinar la cantidad de dinero actual a que equivale una cantidad disponible con certeza en el futuro. Esta operación se conoce como descuento o actualización.

Tenemos que utilizar los precios actualizados de ahorro energético, mantenimiento y subvenciones para capitalizarlos y descontar por cada año su valor utilizando la siguiente expresión:

$$A=(1+a)^t/(1+n)^t$$

donde:

A = coste de ahorro energético.

a = incremento anual en el combustible

n = interés de descuento o interés entre valores actuales y futuros

t = periodo de tiempo de estudio

Una vez tenemos definidos los coeficientes de capitalización y descuento de un año concreto 'n' y les aplicamos sobre un valor, es similar a sumar dinero disponible en el año 0.

Esta teoría de la elección entre consumo actual y futuro nos generará las bases para analizar nuestra decisión de invertir en función del criterio del valor actual. Para poder evaluar si una operación es rentable, tenemos que evaluar todos los costes y beneficios en la actualidad y en el futuro y combinarlos en una medida individual del valor. Este objetivo se traduce en la evaluación de las inversiones en función de su rentabilidad y riesgo asociado.

Para poder evaluar la rentabilidad de nuestras propuestas, tenemos que estudiar varias variables económicas como:

- Tiempo de retorno
- Tasa de rentabilidad interna (TIR)
- Valor actual neto (VAN)

El VAN se puede definir como la suma algebraica de los valores capitalizados y descontados en cada uno de los periodos de tiempo seleccionados, menos el desembolso realizado al inicio de una inversión.

$$VAN = A * S[(1+a)/(1+n)]^t - M * S[(1+i)/(1+n)]^t - C$$

Para poder calcularlos correctamente debemos cuantificar los costes:

- El coste de la inversión, ya lo hemos obtenido en los apartados anteriores, al valor de inversión de cada mejora lo llamaremos "C".
- El coste de mantenimiento de la instalación "M", en las mejoras que sea necesario.
- El ahorro energético anual producido al introducir la mejora "A", y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada.

A estos valores fijos y conocidos de antemano hay que añadir otros que, si bien con el paso del tiempo fluctúan, deberemos suponerlos constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El incremento del coste energético "a".

Para poder valorar el ahorro energético debemos plantearnos primero el coste de la energía y la posible tendencia de crecimiento durante los próximos años sobre los que vamos a estudiar la amortización. Lógicamente, contra más años comprenda la viabilidad del estudio mayor incertidumbre tendremos sobre la línea de crecimiento energético.

Observamos que el precio de la electricidad es el más bajo de los 10 últimos años por lo que calcular su tendencia es un poco complicado, ya que, aunque la tendencia es que está bajando el precio, tiene que mantenerse o realizar una pequeña subida en un tiempo próximo, por lo que es difícil realizar una tendencia.

Por otra parte, está la evolución del gas natural que por tratarse de un combustible fósil que no fluctúa tanto es más predecible, para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

Calculamos el porcentaje medio de crecimiento anual del gas:

$$C_{2015} = C_{2008} \cdot (1 + \text{agas})^t \text{ con lo que } \text{agas} = (C_{2015} / C_{2008})^{1/7} - 1$$

$$\text{agas}\% = (0.048459 / 0.04497)^{1/7} - 1 = \mathbf{1,07 \%}$$

El porcentaje de aumento del coste de gas resultante será el que aplicaremos como aumento del coste anual de la energía. En nuestro caso redondearemos a 1.5% para plantear un caso más desfavorable y tener un pequeño margen de error.

El criterio seleccionado para el estudio de la viabilidad de las inversiones que facilita la toma de decisiones de cada inversión al poder seleccionar las mejoras que incrementan el valor total del inversor, es el VAN.

El VAN es el valor actualizado neto de una inversión. Por tanto, aceptaremos aquellos cuyo VAN sea positivo, y rechazar aquellos con VAN negativo

$\text{VAN} > 0$ Se acepta el proyecto

$\text{VAN} = 0$ Se rechaza el proyecto

$\text{VAN} < 0$ Se rechaza el proyecto

La tasa interna de retorno T.I.R. es aquel interés que hace nulo el V.A.N. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de "n" años, al mismo beneficio por intereses que la mejora por aporte de energía. La amortización de la inversión o recuperación del capital invertido se deberá realizar sobre el valor capitalizado del ahorro energético obtenido, ya que se pretende recuperar una inversión del presente en un futuro donde el coste del ahorro energético ha aumentado exponencialmente. Sin embargo, el cálculo del VAN se debe realizar sobre el valor actualizado o descontado del dinero, ya que determina el beneficio económico futuro traído a valores del presente. Por lo tanto, la amortización o recuperación del capital invertido en unos años no implica un valor del VAN positivo a partir de ese momento, ya que el valor del VAN en ese año vendrá dado por la suma actualizada de los flujos o diferencia entre las entradas y salidas de tesorería que dicho activo ocasionará, y hasta ese momento el flujo de caja aún es negativo.

La selección de las mejoras tras la obtención del VAN y TIR se realizará atendiendo a la que obtenga un mayor VAN, siempre que este sea positivo. La selección de las mejoras en función del VAN es arriesgada ya que se ha de ser consciente que esta decisión es más sensible a variaciones debido a posibles cambios futuros en la tasa de descuento y en los cambios de tipos de intereses del mercado, pero es el valor que nos define el beneficio de la inversión. Si lo que nos interesase fuera la inversión que antes se amortiza o recuperamos el capital invertido optaríamos por seleccionar las mejoras mediante el TIR.

Ahora que ya sabemos un poco más de cómo vamos a analizar las mejoras podemos entrar individualmente a analizar cada una de ellas.

No disponemos de facturas para realizar el análisis, por lo tanto el programa nos proporciona un análisis económico teórico. De esta manera obtendremos los años de amortización simple teóricos y el VAN en euros teórico.

Para poder comenzar con el análisis teórico debemos introducir una serie de datos al programa, el precio de los combustibles y dos datos económicos, el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad.

En el caso de los precios de los combustibles, van variando en función del tiempo y son muy volátiles. Pondremos los que tenemos actualmente, pero se podría producir un cambio en alguno de ellos que cambiará la viabilidad de alguna de las mejoras. En este caso el procedimiento sería el mismo, cambiaríamos los valores que varíen y el programa nos calcularía el nuevo VAN y el nuevo tiempo de amortización, por lo que no es una cosa preocupante.

Para el incremento anual del precio de energía, tomamos como dato el incremento del precio del gas natural que hemos calculado anteriormente en un 1.5% de incremento.

El tipo de interés o coste de oportunidad dependerá de la rentabilidad que queramos obtener en las mejoras propuestas. Elegimos un 15%.

Definición de los parámetros económicos

Precio asociado a los diferentes combustibles

Gas Natural	<input type="text" value="0.055"/>	€/kWh
Gasóleo-C	<input type="text" value="0.09"/>	€/kWh
Electricidad	<input type="text" value="0.11"/>	€/kWh
GLP	<input type="text" value="0.08"/>	€/kWh
Carbón	<input type="text" value="0.15"/>	€/kWh
Biocombustible	<input type="text" value="0.09"/>	€/kWh
Biomasa no densificada	<input type="text" value="0.06"/>	€/kWh
Biomasa densificada (pelets)	<input type="text" value="0.05"/>	€/kWh

Datos económicos

Incremento anual del precio de la energía	<input type="text" value="1.5"/>	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	<input type="text" value="15"/>	%

Ilustración 64: Parámetros económicos CE3X

Pasamos al apartado de coste de las medidas, donde para cada una de las mejoras propuestas, tenemos que introducir la vida útil en años, coste de las medidas en euros y el incremento del coste de mantenimiento anual en euros.

Para la vida útil de las mejoras, distinguimos en función del tipo:

- Sustitución de caldera: se recomienda cambiar la caldera cada 10-15 años, por tanto supondremos una durabilidad de 12 años.
- Sustitución de ventanas: la vida útil de una buena carpintería con mantenimiento es de 50 años.
- Paneles solares fotovoltaicos: por norma general se indica que la vida útil de un panel solar es de 25 años y con un buen mantenimiento se puede incrementar hasta los 30, por lo tanto usaremos 30 para nuestros cálculos.

El coste de las medidas y el incremento del coste de mantenimiento anual, ya vimos en el apartado de presupuestos, se obtienen del generador de precios de CYPE. La única mejora que no hemos obtenido de este generador de precios es la

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

sustitución de carpinterías, que hemos consultado directamente con el fabricante y nos ha proporcionado precios de materiales y colocación. El mantenimiento anual en este caso será nulo.

Introducimos los datos en CE3X y los exportamos a excel dado que la interfaz del programa no nos deja visualizar los datos en un golpe de vista.

Medida de mejor	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste medida (€)	Incremento coste mantenimiento anual (€)
Nuevas Instalaciones	Propuesta 2 Caldera condensación ACS y calefacción	Instalaciones	12	11777	1118,8
Nuevas Instalaciones	Propuesta 3 Caldera biomasa ACS y calefacción	Instalaciones	12	52117	2345,266
Nuevas Instalaciones	Propuesta 4 Bomba calor ACS, calefacción y refrigeración	Instalaciones	12	55340,15	3541,77
Nuevas Instalaciones	Propuesta 5 Iluminación LED	Instalaciones	12	90800	0
Nuevas Instalaciones	Propuesta 6 Paneles solares para ACS	Instalaciones	25	24867,93	1889,963
Mejora de ventanas	Propuesta 7 Sustitución de ventanas	Sustitución/mejora de Huecos	50	136714,62	0

Ilustración 65: Coste medidas CE3X

Con estos datos el programa nos calcula los años de amortización teórica y el VAN. Nuestro criterio como habíamos visto anteriormente, se considerará una medida viable siempre que el VAN sea >0 o positivo.

Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (análisis facturas)	VAN (€) facturas	Años - Amortización simple (análisis teórico)	VAN (€) teórico
Propuesta 2 Caldera condensación ACS y calefacción	-	-	0.3	218042.8
Propuesta 3 Caldera biomasa ACS y calefacción	-	-	1.5	142229.1
Propuesta 4 Bomba calor ACS, calefacción y refrigeración	-	-	0.8	318446.4
Propuesta 5 Iluminación LED	-	-	0.6	845741.9
Propuesta 6 Paneles solares para ACS	-	-	0.7	198062.8
Propuesta 7 Sustitución de ventanas	-	-	6.1	52337.4

Ilustración 66: Resultados viabilidad económica

Como podemos observar, todas nuestras propuestas son viables desde el punto de vista económico.

Dado que la finalidad de este proyecto es elegir un conjunto de mejoras para introducir en nuestro edificio y viendo la viabilidad de todas ellas, crearemos una propuesta final en la que englobaremos la mejora en la envolvente térmica, la mejora de instalaciones y la mejora en la iluminación para tener un edificio lo más eficientemente posible dentro de nuestras posibilidades.

Empezaremos analizando más en profundidad las propuestas de cambios de calderas, ya que en iluminación y envolvente térmica solo tenemos una posible mejora. Estas mejoras tenemos que empezar observando que todas ellas tienen un tiempo de amortización muy escaso. Esto se produce debido a que el edificio tiene una gran superficie y en todas ellas estamos reutilizando todos los sistemas que proporcionan tanto la calefacción y refrigeración como el agua caliente, y el único cambio que estamos contemplando es de la caldera, manteniendo radiadores, splits, acumuladores así como todo el sistema de tuberías.

Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (análisis teórico)	Mejora energética
Propuesta 2 Caldera condensación ACS y calefacción	0,3	74,2
Propuesta 3 Caldera biomasa ACS y calefacción	1,5	51,2
Propuesta 4 Bomba calor ACS, calefacción y refrigeración	0,8	68
Propuesta 5 Iluminación LED	0,6	53,8
Propuesta 6 Paneles solares para ACS	0,7	75,8
Propuesta 7 Sustitución de ventanas	6,1	78,1

Ilustración 67: Comparativa presupuestos

Como podemos ver en esta comparativa, en cuanto a calderas la que mejor amortización tiene es la caldera de condensación con 0.3 años pero produce la peor mejora dentro de las propuestas de calderas con 74,2 D. La caldera de biomasa con 1.5 años de amortización es la medida que más lento se recuperaría pero la mejora energética dista bastante del resto con 51.2 C. Por parte de la bomba de calor tardaríamos en recuperar la inversión 0.8 años y su calificación llega a 68 D. A priori parece que la instalación de cualquiera de las tres calderas es muy viable en cualquiera de los términos. Vamos a elegir por tanto la caldera de biomasa por los siguientes motivos:

- Tiene la mayor mejora energética sin tener un precio demasiado elevado.
- Energía 100% recuperable y limpia.
- El principal problema de las calderas de biomasa como ya dijimos es el espacio que necesitan para depositar el combustible, pellets, que en nuestro

caso no resulta ningún problema ya que disponemos de un gran espacio en el cuarto de calderas.

- Reutilización de la bomba de calor actual.

Pasamos a analizar la mejora de la iluminación actual por tecnología LED.

Podemos ver que es la mejora más rentable si miramos años de amortización, 0.6, y mejora energética que produce, 53.8 C. Esto se debe a que el actual sistema está muy desfasado, provocando unos consumos energéticos muy elevados que se reducen drásticamente con el sistema LED.

La propuesta 6 que trata sobre la instalación de paneles solares fotovoltaicos vemos que tiene 0.7 años de amortización y una mejora a 75,8D. En cuanto a tiempo de amortización es una mejora muy viable y en cuanto a mejora energética a pesar de que no sube tanto como la bomba de calor o la iluminación LED, también mejoraría el proyecto ya que nos proporcionaría prácticamente 0 emisiones en la generación de ACS.

El problema por el que acabaremos declinando esta medida es estético. Como hemos comentado con anterioridad, al tratarse de un edificio tan singular, además del análisis económico/teórico, tenemos que tener en cuenta factores más subjetivos como el estético. Este factor nos ha hecho rechazar sin llegar a plantearlas propuestas como la addición de aislamiento térmico por el interior y por el exterior o la instalación de suelos o techos radiantes debido a que en su interior cuenta con diseños exclusivos para este palacio que tendríamos que modificar. En el caso de los paneles solares, tienen un impacto visual exterior difícil de encajar con el diseño del palacio y la mejora energética que produce no es lo suficientemente alta como para plantearse, por lo tanto queda descartada la propuesta.

En la propuesta 7 de sustitución de carpinterías como vemos es la que tiene el tiempo de amortización más elevado de todas las propuestas, 6.1 años y la mejora energética que produce llega a 78.1 D. A priori parece una propuesta a descartar pero vamos a explicar un poco nuestra decisión.

Actualmente tenemos marcos de madera de pino muy antiguos a los que se les cambió el vidrio simple inicial por un vidrio doble. Al introducir estos datos en el programa, este entiende que tanto la carpintería como el vidrio tiene una transmitancia “decente”. El problema radica en que los marcos de madera tan antiguos con el paso del tiempo van perdiendo los tratamientos que se les aplican en un principio y su transmitancia se va elevando de manera muy rápida en el tiempo, factor que no tiene en cuenta el programa. El cambio que proponemos a aluminio anodizado, aunque en principio se puede apreciar que es muy caro, nos aseguraría un mínimo de 40 años unas carpinterías con muy buena transmitancia térmica, lo que reduciría durante mucho tiempo las emisiones de calefacción y refrigeración. Estéticamente hablando, además de no afectar, ya que tienen el mismo color y la misma presencia, mejoraría muchas de las carpinterías que han dicho decolorándose.

9. PROPUESTA FINAL Y CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis económico vemos los resultados finales de la propuesta final que estará compuesta por:

- Sustitución de caldera actual por caldera de biomasa.
- Sustitución de iluminación actual por sistema de iluminación LED.
- Sustitución de carpinterías actuales por aluminio anodizado.

Introduciendolo en el programa vemos que el conjunto produce la siguiente mejora energética.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio docente-social

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Características

Otros datos

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones
Carpinterías aluminio anodizado	Sustitución/mejora de Huecos

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	132.4 D	111.9 C	-18.3 %
Demanda de refrigeración	2.5 A	21.7 C	88.4 %
Emisiones de calefacción	7.2 A	39.2 C	81.6 %
Emisiones de refrigeración	0.4 A	3.5 C	88.4 %
Emisiones de ACS	0.2 A	4.6 F	94.8 %
Emisiones de iluminación	4.2 A	41.4 G	90.0 %
EMISIONES GLOBALES	12.0 A	88.7 E	86.5 %

Ilustración 68: Propuesta final

Como se puede observar llegamos a una calificación 12.0 A. Esta calificación es difícilmente mejorable ya que hemos actuado en todos los puntos en los que de base teníamos calificaciones altas.

En este programa tiene una gran influencia las emisiones energéticas, calefacción, refrigeración, ACS e iluminación. Esto quiere decir que como vemos en este caso se puede conseguir una calificación A sin actuar en elementos tan importantes como podrían ser las fachadas o la cubierta, con las que conseguiríamos reducir principalmente las demandas energéticas.

Para el análisis económico de la nueva propuesta final simplemente volvemos a introducir los costes y la vida útil de cada una de las medidas.

Conjunto de mejoras	Años - Amortización simple (análisis teórico)	VAN (€) teórico
Propuesta final	3,7	645730,1

Se puede ver que el van sigue siendo >0 como era de esperar y los años de amortización ascienden a 3.7. Esto se debe a que la caldera y la iluminación tenían una amortización muy rápida y la sustitución de carpinterías más lenta. A pesar de esto 3.7 años es un plazo de amortización aceptable ya que estamos hablando que en el caso de las carpinterías tienen una vida útil superior a 40 años.

A modo de conclusión el objetivo del proyecto era estudiar el estado actual del edificio y así obtener una calificación que tratamos de mejorar introduciendo unas mejoras. El conjunto final de mejoras que engloba tanto una parte de la envolvente térmica sustituyendo las carpinterías, como gran parte de las instalaciones en las que hemos introducido una caldera de biomasa y mejorado el sistema de iluminación a LED.

Dentro de estas posibles mejoras, hemos tenido presente el tipo de edificio con el que estamos trabajando y la complejidad de introducir aquellas mejoras que provocaran un impacto visual más bajo. Respetando estas restricciones estéticas, se ha conseguido dotar a un edificio del año 1909 de una calificación energética con poco margen de mejora, llegando a alcanzar el rango A, el más elevado en cuestión de eficiencia y se consigue actualizar las demandas y emisiones de energía a niveles más acordes a los necesarios en los tiempos que vivimos en los que el cambio climático es una de las mayores problemáticas que nos encontramos a medio plazo.

BIBLIOGRAFÍA

-ManualUsuarioCE3Xv2015

-Manual eficiencia energética IDAE

<https://www.certificadosenergeticos.com/>

<https://www.codigotecnico.org/>

<http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>

<https://www.technal.com/es/es/profesional/>

<https://www.certicalia.com/>

<https://www.idae.es/>

<https://catalogosdemecanica.es/aluminio-anodizado/>

https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/combustibles_y_carburantes_jul_2018.pdf

<https://www.toshiba-aire.es/que-es-aeroterminia/>

<https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=349452>

<https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>

<https://www.dialux.com/en-GB/download/dialux-evo>

<https://www.optimaled.es/funcionan-las-lamparas-led/>

<https://www.soliclima.es/techo-radiante>

<https://www.ferroli.com/es/products/biomasa-industrial/caldera-industrial-biomasa-ares>

https://www.viessmann.es/content/dam/vi-brands/ES/PDFs/Cat%C3%A1logo%20programa%20completo%202016%20web.pdf/_jcr_content/renditions/original./Cat%C3%A1logo%20programa%20completo%202016%20web.pdf

<http://sugaar.eu/wp-content/uploads/2019/10/Cat%C3%A1logo-T%C3%A9cnico-HACK-VR-250-500.pdf>

<https://climate.emerson.com/es-es/products/refrigeration/industrial-heat-pumps>

<https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor-aire-aire.html>

<https://blog.junkers.es/como-medir-el-coeficiente-de-rendimiento-de-una-bomba-de-calor-de-produccion-de-a-c-s/>

https://www.baxi.es/productos/calderas-media-gran-potencia/pie-condensacion-gas/eurocondens-sgb#section-resources_tabber

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>

<https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/normativa-instalaciones-y-eficiencia-energetica/>

<http://www.efinovatic.es/CE3X>

<https://www.venfilter.es/normativa/rite>

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

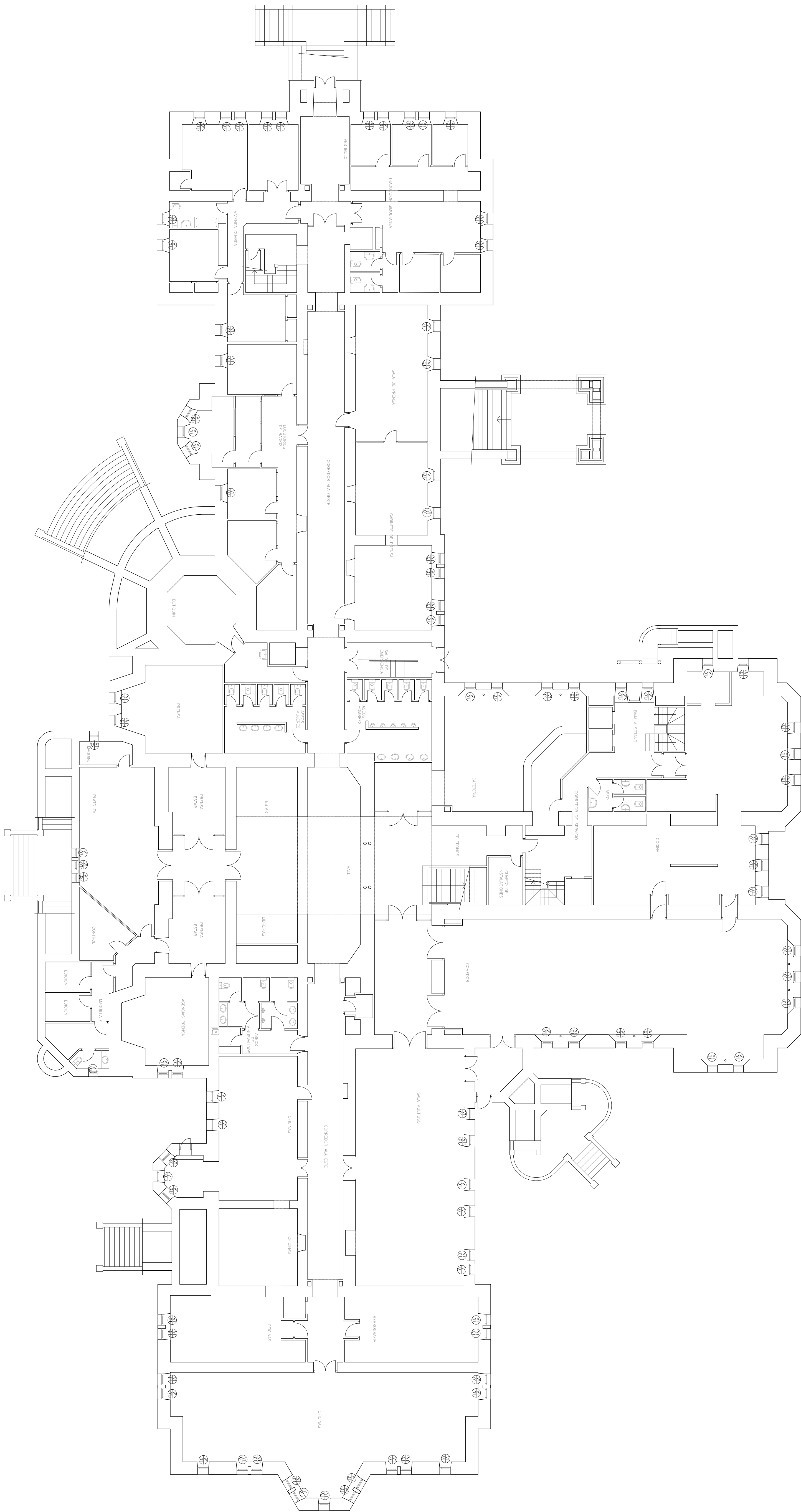
Programas informáticos utilizados

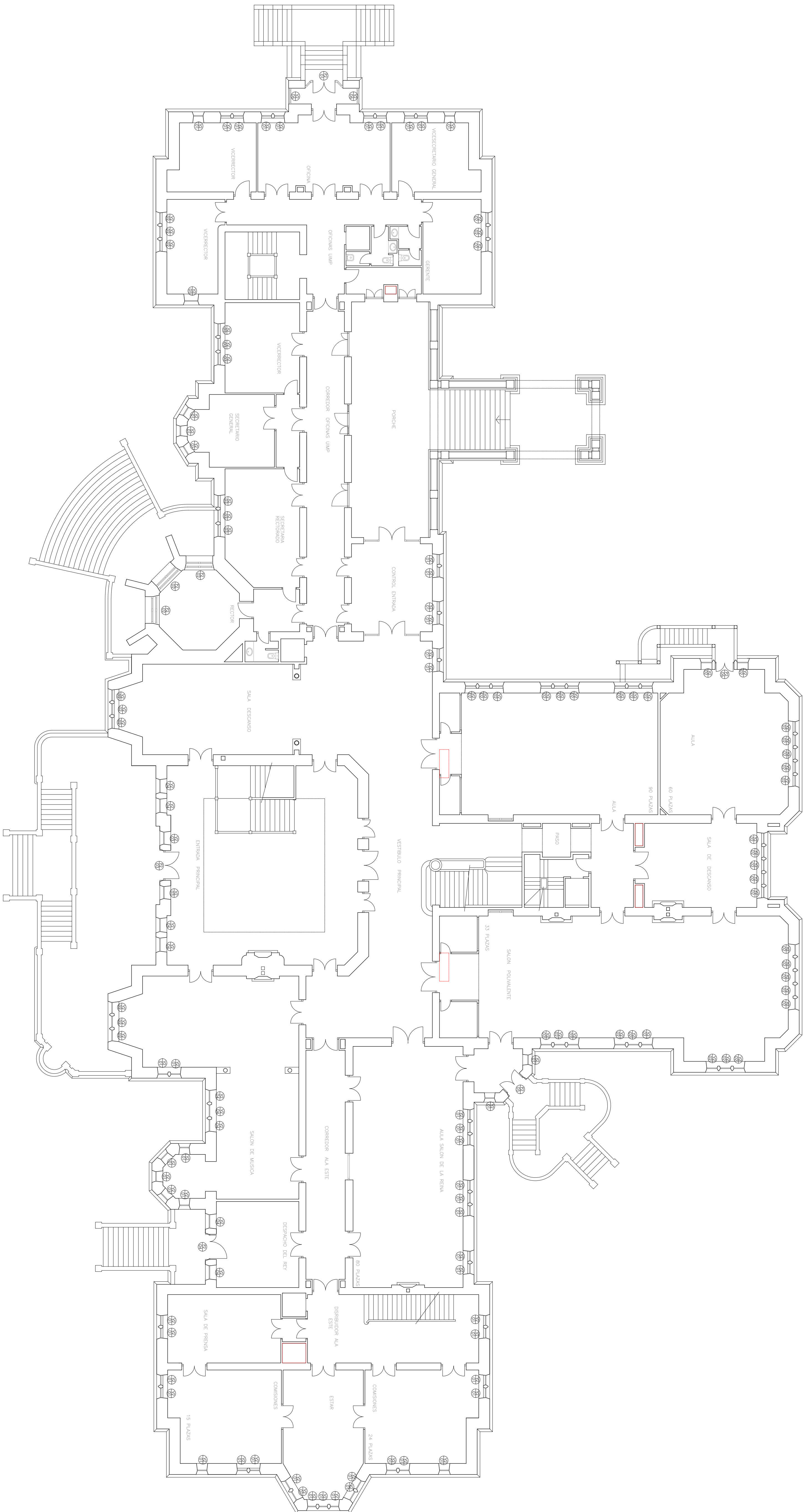
CE3x v.2.3

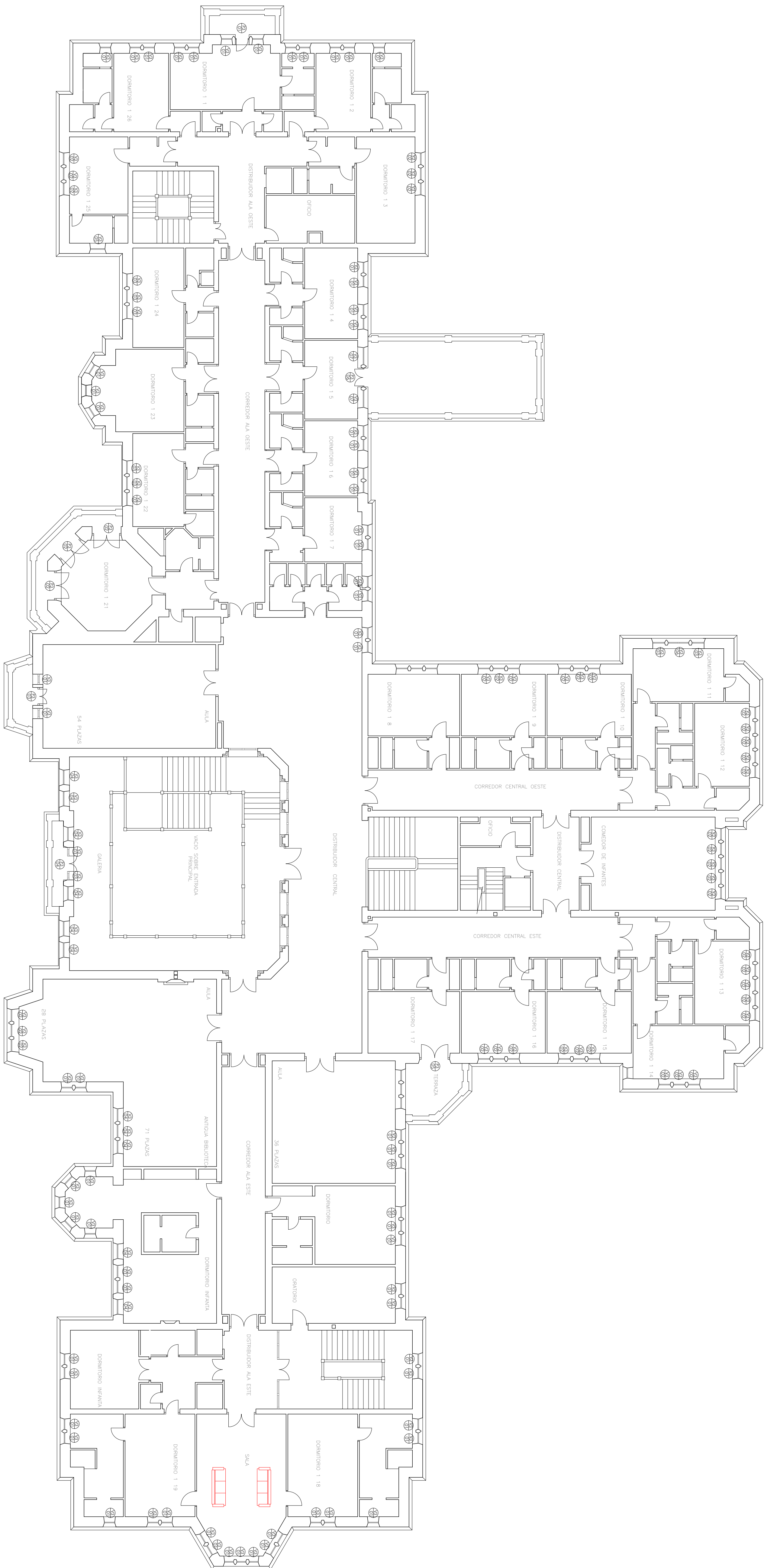
DIALux

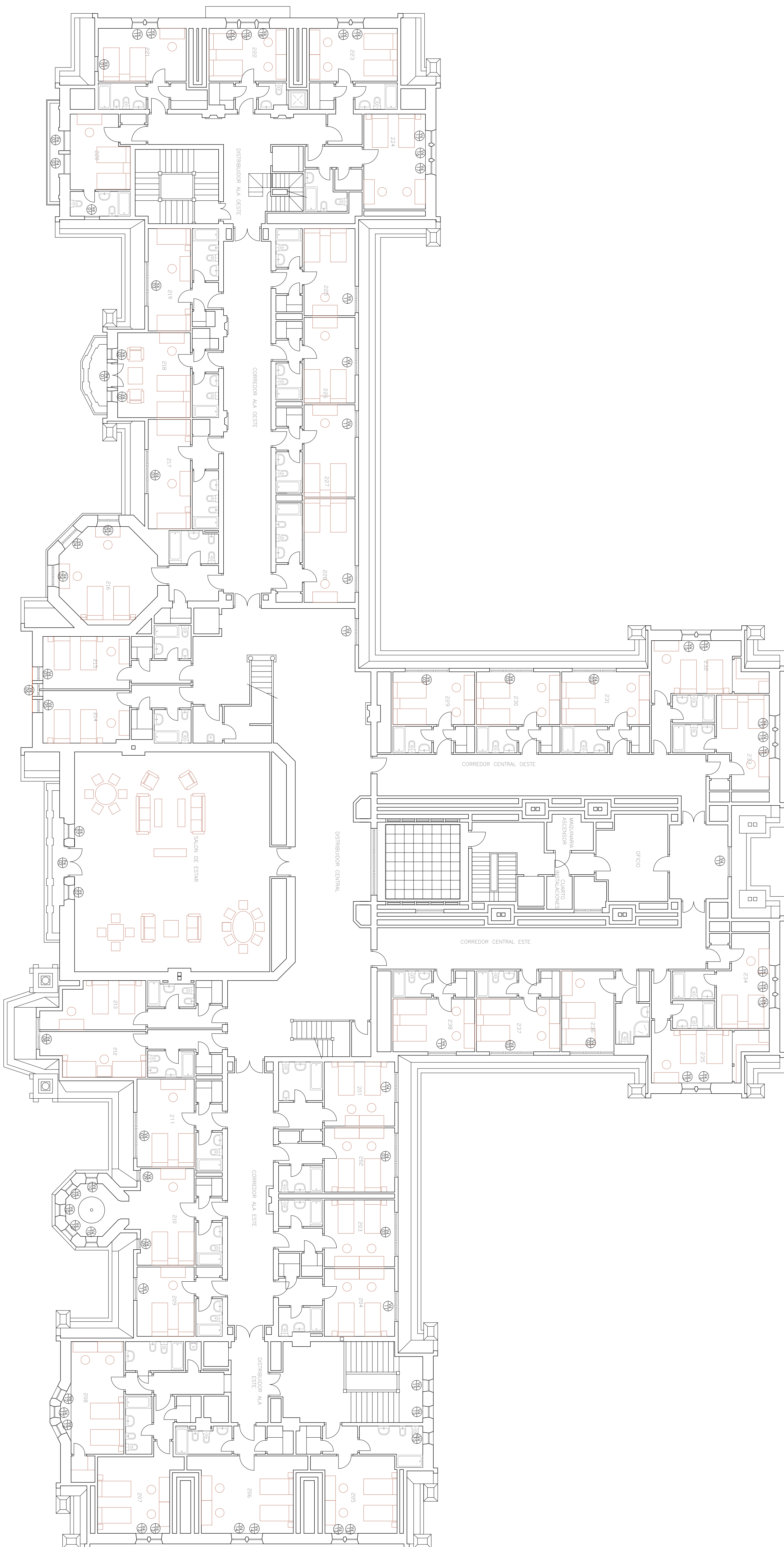
Generador Precios CYPE

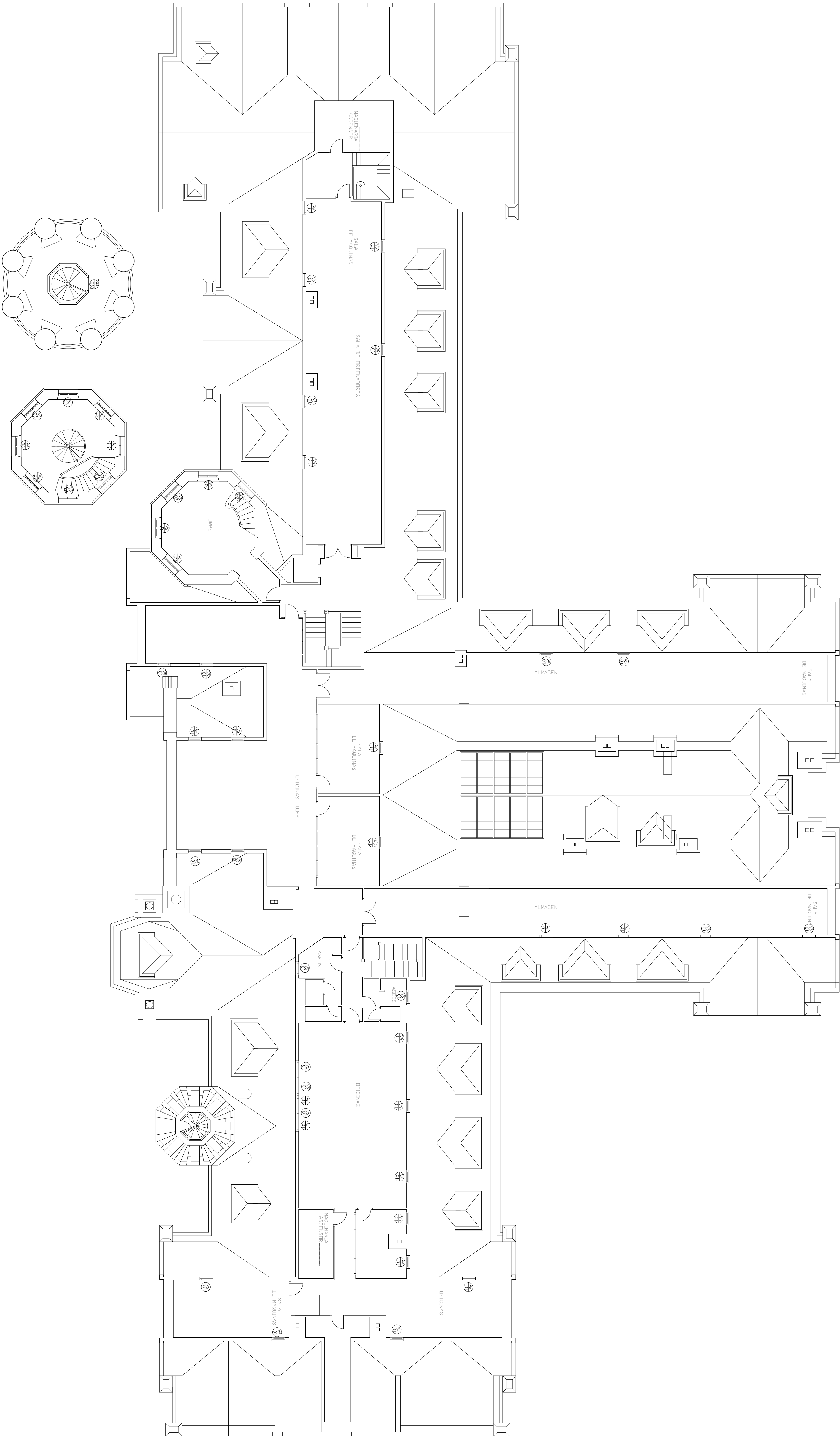
ANEXO I : PLANOS

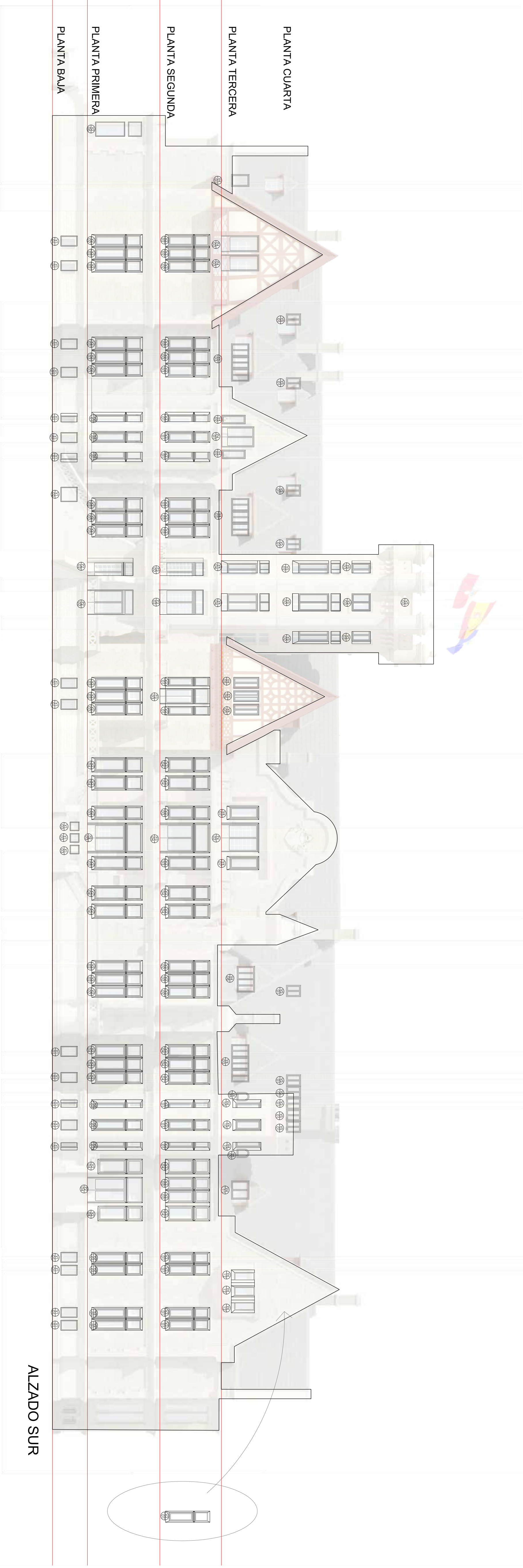




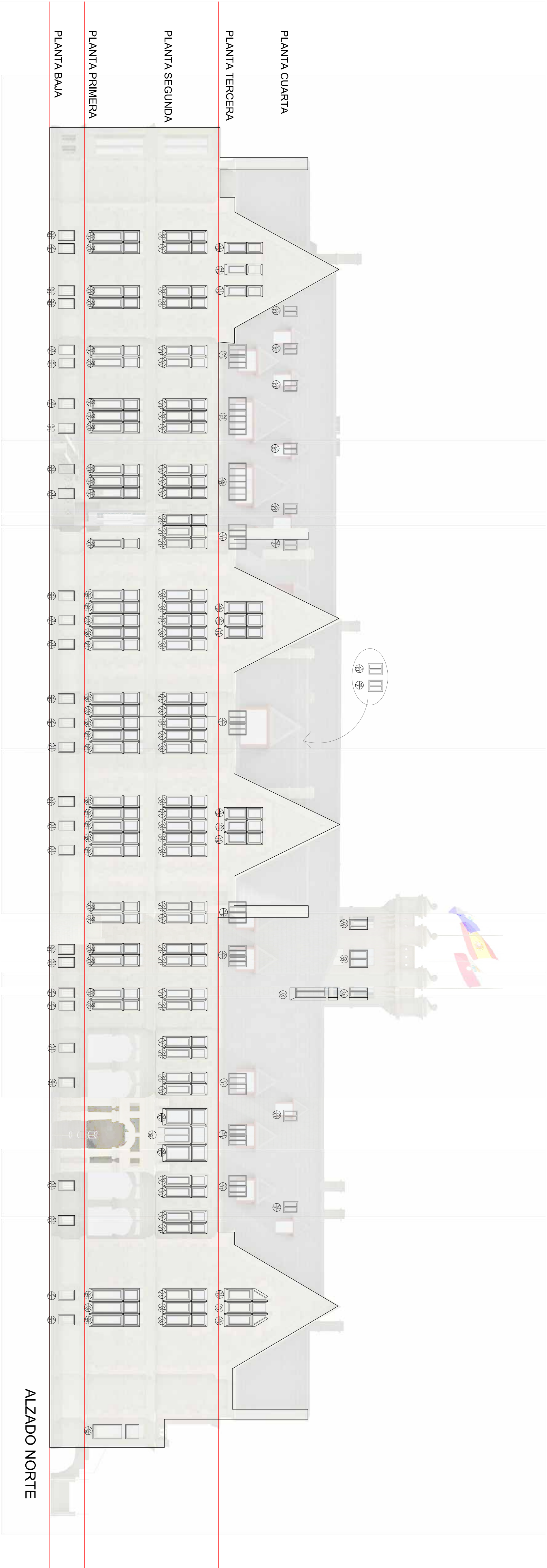








ALZADO SUR



ALZADO NORTE

ANEXO 2 : CERTIFICADO ENERGÉTICO

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Palacio de la Magdalena		
Dirección	Av de la Reina Victoria, s/n		
Municipio	Santander	Código Postal	39005
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
Zona climática	C1	Año construcción	1985
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8034006VP3183C0001IH		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Juan Gómez Gutiérrez	NIF(NIE)	72099852G
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	C/ Marques de la Hermida 17		
Municipio	Santander	Código Postal	39009
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
e-mail:	jgg19@alumnos.unican.es	Teléfono	605612480
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Mecánico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 116.7 A</div> <div>116.7-189 B</div> <div>189.6-291.7 C</div> <div>291.7-379.2 D</div> <div>379.2-466.7 E</div> <div>466.7-583.3 F</div> <div>≥ 583.3 G</div> </div> <div>477.0 F</div>	<div> <div>< 27.0 A</div> <div>27.0-43.8 B</div> <div>43.8-67.4 C</div> <div>67.4-87.7 D</div> <div>87.7-107.9 E</div> <div>107.9-134.9 F</div> <div>≥ 134.9 G</div> </div> <div>88.7 E</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 08/07/2020

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	13188.0
----------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	4602.36	1.52	Conocidas
Muro en contacto con terreno	Fachada	570.8	1.31	Estimadas
Muro de fachada Norte 1	Fachada	103.27	1.49	Conocidas
Muro de fachada Norte 2	Fachada	190.39	1.49	Conocidas
Muro de fachada Norte 3	Fachada	43.05	1.49	Conocidas
Muro de fachada Norte 4	Fachada	21.04	1.49	Conocidas
Muro de fachada Norte 5	Fachada	43.05	1.49	Conocidas
Muro de fachada Norte 6	Fachada	166.67	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 1	Fachada	130.29	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 2	Fachada	13.58	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 3	Fachada	19.4	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 4	Fachada	19.4	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 5	Fachada	25.22	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 6	Fachada	101.13	1.49	Conocidas
Muro de fachada Oeste 7	Fachada	35.76	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 1	Fachada	68.45	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 2	Fachada	32.35	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 3	Fachada	33.5	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 4	Fachada	28.36	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 5	Fachada	24.19	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 6	Fachada	60.52	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 7	Fachada	28.48	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 8	Fachada	21.25	1.49	Conocidas

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada Sur 9	Fachada	36.52	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 10	Fachada	71.04	1.49	Conocidas
Muro de fachada Sur 11	Fachada	21.34	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 1	Fachada	46.73	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 2	Fachada	59.08	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 3	Fachada	55.76	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 4	Fachada	20.12	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 5	Fachada	44.12	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 6	Fachada	40.06	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 7	Fachada	19.4	1.49	Conocidas
Muro de fachada Este 8	Fachada	39.38	1.49	Conocidas
Partición inferior planta sótano	Partición Interior	2081.97	0.67	Estimadas
Particiones verticales	Partición Interior	478.0	1.80	Por defecto
Particiones superiores	Partición Interior	650.0	1.36	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
N1 V11	Hueco	1.58	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N1 V22	Hueco	6.09	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N1 V33	Hueco	5.65	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N1 V416	Hueco	4.66	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N3 V11	Hueco	2.37	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N2 V11	Hueco	6.33	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N4 V11	Hueco	2.37	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N5 V11	Hueco	2.37	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N6 V11	Hueco	7.91	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N3 V22	Hueco	10.14	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N4 V22	Hueco	10.14	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N5 V22	Hueco	10.14	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N2 V21	Hueco	10.76	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N6 V21	Hueco	23.31	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N2 V31	Hueco	21.44	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N6 V31	Hueco	22.97	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N3 V32	Hueco	8.16	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N4 V32	Hueco	8.16	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N5 V32	Hueco	8.16	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N3 V415	Hueco	4.18	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N6 V415	Hueco	4.18	2.80	0.59	Conocido	Conocido
N5 V415	Hueco	4.18	2.80	0.59	Conocido	Conocido
S1 V11	Hueco	1.58	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S2 V11	Hueco	1.58	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S3 V11	Hueco	2.37	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S4 V11	Hueco	0.79	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S5 V11	Hueco	1.58	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S6 V11	Hueco	2.37	2.80	0.33	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
S8 V11	Hueco	1.58	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S10 V11	Hueco	3.16	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S1 V22	Hueco	6.09	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S2 V22	Hueco	6.09	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S3 V21	Hueco	5.38	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S4 V23	Hueco	6.62	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S5 V23	Hueco	6.62	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S6 V24	Hueco	14.82	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S7 V22	Hueco	6.09	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S8 V24	Hueco	7.41	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S9 V24	Hueco	4.94	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S10 V21	Hueco	7.17	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S1 V32	Hueco	4.89	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S2 V32	Hueco	4.89	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S3 V31	Hueco	4.59	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S4 V33	Hueco	5.65	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S5 V31	Hueco	4.59	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S6 V34	Hueco	12.65	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S7 V32	Hueco	5.2	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S8 V34	Hueco	6.33	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S9 V34	Hueco	6.33	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S10 V31	Hueco	6.12	2.80	0.37	Conocido	Conocido
S1 P43	Hueco	5.8	2.60	0.33	Conocido	Conocido
S2 V43	Hueco	3.2	2.80	0.45	Conocido	Conocido
S3 V42	Hueco	1.93	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S3 P41	Hueco	3.15	2.80	0.44	Conocido	Conocido
S4 V43	Hueco	3.2	2.80	0.45	Conocido	Conocido
S5 V45	Hueco	2.79	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S6 V47	Hueco	2.88	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S8 V43	Hueco	3.2	2.80	0.45	Conocido	Conocido
S9 V411	Hueco	1.56	2.80	0.39	Conocido	Conocido
S10 V412	Hueco	2.53	2.80	0.33	Conocido	Conocido
S9 P24	Hueco	4.0	2.60	0.33	Conocido	Conocido
S6 P23	Hueco	6.84	2.60	0.33	Conocido	Conocido
S6 P34	Hueco	6.27	2.60	0.33	Conocido	Conocido
S6 P42	Hueco	4.81	2.60	0.33	Conocido	Conocido
O1 V11	Hueco	7.91	2.80	0.45	Conocido	Conocido
O6 V11	Hueco	4.75	2.80	0.45	Conocido	Conocido
O7 V11	Hueco	1.58	2.80	0.45	Conocido	Conocido
O1 V21	Hueco	17.93	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O1 P21	Hueco	8.4	2.60	0.41	Conocido	Conocido
O1 P31	Hueco	2.7	2.60	0.36	Conocido	Conocido
O1 V31	Hueco	15.31	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O1 V415	Hueco	5.57	2.80	0.45	Conocido	Conocido
O1 V418	Hueco	2.98	2.80	0.45	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
O6 V22	Hueco	18.26	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O7 V22	Hueco	4.06	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O7 P26	Hueco	4.32	2.60	0.39	Conocido	Conocido
O6 V32	Hueco	14.68	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O7 V32	Hueco	3.26	2.80	0.48	Conocido	Conocido
O7 P36	Hueco	3.52	2.60	0.39	Conocido	Conocido
O6 V43	Hueco	9.59	2.80	0.51	Conocido	Conocido
O7 V415	Hueco	2.79	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E1 V11	Hueco	1.58	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E2 V11	Hueco	3.16	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E3 V11	Hueco	2.37	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E4 V11	Hueco	0.79	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E5 V11	Hueco	2.37	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E1 V22	Hueco	6.09	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E2 V22	Hueco	12.17	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E3 V21	Hueco	5.38	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E4 V21	Hueco	5.38	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E5 V21	Hueco	5.38	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E6 V21	Hueco	1.79	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E1 V32	Hueco	4.89	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E2 V32	Hueco	9.79	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E3 V31	Hueco	4.59	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E4 V31	Hueco	4.59	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E5 V31	Hueco	4.59	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E6 V31	Hueco	1.53	2.80	0.48	Conocido	Conocido
E1 V415	Hueco	2.79	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E2 V43	Hueco	6.4	2.80	0.51	Conocido	Conocido
E3 V413	Hueco	1.74	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E4 V414	Hueco	2.1	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E5 V413	Hueco	1.74	2.80	0.45	Conocido	Conocido
E6 V410	Hueco	1.05	2.80	0.45	Conocido	Conocido
C V51	Lucernario	30.6	2.80	0.59	Conocido	Conocido
C V52	Lucernario	16.32	2.80	0.59	Conocido	Conocido
C V53	Lucernario	13.72	2.80	0.59	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		173.3	Electricidad	Estimado
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	64.6	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		242.1	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	6735.0
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	64.6	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	50.00	16.67	300.00	Estimado
TOTALES	50.00			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	13188.0	Intensidad Media - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 27.0A</div><div>27.0-43.8B</div><div>43.8-67.4C</div><div>67.4-87.7D</div><div>87.7-107.9E</div><div>107.9-134.9F</div><div>≥ 134.9G</div></div>	88.7 E	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	C	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	F		
		39.21		4.61			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	C	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	G
				3.46		41.44	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	49.18	648530.87
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	39.54	521510.84

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 116.7 A</div><div>116.7-189. B</div><div>189.6-291.7 C</div><div>291.7-379.2 D</div><div>379.2-466.7 E</div><div>466.7-583.3 F</div><div>≥ 583.3 G</div></div> <div></div> <div>477.0 F</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m² año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m² año]	E
		190.20		21.78	
				REFRIGERACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m² año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m² año]	C	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m² año]	G
		20.42		244.64	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 45.4 A</div><div>45.4-73.7 B</div><div>73.7-113.4 C</div><div>113.4-147.4 D</div><div>147.4-181.4 E</div><div>181.4-226.8 F</div><div>≥ 226.8 G</div></div>	<div>111.9 C</div>	<div><div>< 9.8 A</div><div>9.8-15.9 B</div><div>15.9-24.5 C</div><div>24.5-31.8 D</div><div>31.8-39.2 E</div><div>39.2-49.0 F</div><div>≥ 49.0 G</div></div>	<div>21.7 C</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Propuesta final

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]	
< 119.9 A	68.1 A	< 27.5 A	12.0 A
119.9-194.7 B		27.5-44.7 B	
194.8-299.7 C		44.7-68.7 C	
299.7-389.7 D		68.7-89.4 D	
389.7-479.6 E		89.4-110.0 E	
479.6-599.5 F		110.0-137.5 F	
≥ 599.5 G		≥ 137.5 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 45.2 A	132.4 D	< 10.3 A	2.5 A
45.2-73.5 B		10.3-16.7 B	
73.5-113.0 C		16.7-25.6 C	
113.0-146.9 D		25.6-33.3 D	
146.9-180.9 E		33.3-41.0 E	
180.9-226.1 F		41.0-51.3 F	
≥ 226.1 G		≥ 51.3 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	135.36	10.7%	1.21	88.4%	13.29	27.4%	12.56	90.0%	162.43	46.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	40.06	A 78.9%	2.37	A 88.4%	1.13	A 94.8%	24.54	A 90.0%	68.10	A 85.7%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	7.22	A 81.6%	0.40	A 88.4%	0.24	A 94.8%	4.16	A 90.0%	12.02	A 86.5%
Demanda [kWh/m² año]	132.39	D -18.3%	2.52	A 88.4%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Sustitución de caldera actual por caldera de biomasa. Sustitución de iluminación actual por sistema de iluminación LED. Sustitución de carpinterías actuales por aluminio anodizado.

Coste estimado de la medida

279631.62 €

Otros datos de interés

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.


Fecha de realización de la visita del técnico certificador	24/06/2020
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se realiza el informe basándonos en mediciones tomadas in-situ y obtenida en los planos proporcionados por el estudio de arquitectura encargado de una reforma actualmente.

La información relativa a instalaciones y envolvente térmica se obtiene in-situ mediante fotos y comprobaciones adjuntadas en el proyecto.

ANEXO 3 : INFORME MEJORA FINAL

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Propuesta final


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Sustitución de caldera actual por caldera de biomasa. Sustitución de iluminación actual por sistema de iluminación LED. Sustitución de carpinterías actuales por aluminio anodizado.
Coste estimado de la medida 279631.62 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div>< 119.9 A</div> <div>119.9-194 B</div> <div>194.8-299.7 C</div> <div>299.7-389.7 D</div> <div>389.7-479.6 E</div> <div>479.6-599.5 F</div> <div>≥ 599.5 G</div>	<div>< 27.5 A</div> <div>27.5-44.7 B</div> <div>44.7-68.7 C</div> <div>68.7-89.4 D</div> <div>89.4-110.0 E</div> <div>110.0-137.5 F</div> <div>≥ 137.5 G</div>
68.1 A	12.02 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
<div>< 45.2 A</div> <div>45.2-73.5 B</div> <div>73.5-113.0 C</div> <div>113.0-146.9 D</div> <div>146.9-180.9 E</div> <div>180.9-226.1 F</div> <div>≥ 226.1 G</div>	<div>< 10.3 A</div> <div>10.3-16.7 B</div> <div>16.7-25.6 C</div> <div>25.6-33.3 D</div> <div>33.3-41.0 E</div> <div>41.0-51.3 F</div> <div>≥ 51.3 G</div>
132.39 D	2.52 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	135.36	10.7%	1.21	88.4%	13.29	27.4%	12.56	90.0%	162.43	46.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	40.06	A 78.9%	2.37	A 88.4%	1.13	A 94.8%	24.54	A 90.0%	68.10	A 85.7%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	7.22	A 81.6%	0.40	A 88.4%	0.24	A 94.8%	4.16	A 90.0%	12.02	A 86.5%
Demanda [kWh/m² año]	132.3 ₉	D -18.3%	2.52	A 88.4%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	4602.36	1.52	4602.36	1.52
Muro en contacto con terreno	Fachada	570.80	1.31	570.80	1.31
Muro de fachada Norte 1	Fachada	103.27	1.49	103.27	1.49
Muro de fachada Norte 2	Fachada	190.39	1.49	190.39	1.49
Muro de fachada Norte 3	Fachada	43.05	1.49	43.05	1.49
Muro de fachada Norte 4	Fachada	21.04	1.49	21.04	1.49
Muro de fachada Norte 5	Fachada	43.05	1.49	43.05	1.49
Muro de fachada Norte 6	Fachada	166.67	1.49	166.67	1.49
Muro de fachada Oeste 1	Fachada	130.29	1.49	130.29	1.49
Muro de fachada Oeste 2	Fachada	13.58	1.49	13.58	1.49
Muro de fachada Oeste 3	Fachada	19.40	1.49	19.40	1.49
Muro de fachada Oeste 4	Fachada	19.40	1.49	19.40	1.49
Muro de fachada Oeste 5	Fachada	25.22	1.49	25.22	1.49
Muro de fachada Oeste 6	Fachada	101.13	1.49	101.13	1.49
Muro de fachada Oeste 7	Fachada	35.76	1.49	35.76	1.49
Muro de fachada Sur 1	Fachada	68.45	1.49	68.45	1.49
Muro de fachada Sur 2	Fachada	32.35	1.49	32.35	1.49
Muro de fachada Sur 3	Fachada	33.50	1.49	33.50	1.49
Muro de fachada Sur 4	Fachada	28.36	1.49	28.36	1.49
Muro de fachada Sur 5	Fachada	24.19	1.49	24.19	1.49
Muro de fachada Sur 6	Fachada	60.52	1.49	60.52	1.49
Muro de fachada Sur 7	Fachada	28.48	1.49	28.48	1.49
Muro de fachada Sur 8	Fachada	21.25	1.49	21.25	1.49
Muro de fachada Sur 9	Fachada	36.52	1.49	36.52	1.49
Muro de fachada Sur 10	Fachada	71.04	1.49	71.04	1.49
Muro de fachada Sur 11	Fachada	21.34	1.49	21.34	1.49
Muro de fachada Este 1	Fachada	46.73	1.49	46.73	1.49
Muro de fachada Este 2	Fachada	59.08	1.49	59.08	1.49

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020


Muro de fachada Este 3	Fachada	55.76	1.49	55.76	1.49
Muro de fachada Este 4	Fachada	20.12	1.49	20.12	1.49
Muro de fachada Este 5	Fachada	44.12	1.49	44.12	1.49
Muro de fachada Este 6	Fachada	40.06	1.49	40.06	1.49
Muro de fachada Este 7	Fachada	19.40	1.49	19.40	1.49
Muro de fachada Este 8	Fachada	39.38	1.49	39.38	1.49
Partición inferior planta sótano	Partición Interior	2081.97	0.67	2081.97	0.67
Particiones verticales	Partición Interior	478.00	1.80	478.00	1.80
Particiones superiores	Partición Interior	650.00	1.36	650.00	1.36

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia a post mejora [W/m² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m² K]
N1 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
N1 V22	Hueco	6.09	2.80	3.00	6.09	5.00	5.00
N1 V33	Hueco	5.65	2.80	3.00	5.65	5.00	5.00
N1 V416	Hueco	4.66	2.80	3.00	4.66	5.00	5.00
N3 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
N2 V11	Hueco	6.33	2.80	3.00	6.33	5.00	5.00
N4 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
N5 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
N6 V11	Hueco	7.91	2.80	3.00	7.91	5.00	5.00
N3 V22	Hueco	10.14	2.80	3.00	10.14	5.00	5.00
N4 V22	Hueco	10.14	2.80	3.00	10.14	5.00	5.00
N5 V22	Hueco	10.14	2.80	3.00	10.14	5.00	5.00
N2 V21	Hueco	10.76	2.80	3.00	10.76	5.00	5.00
N6 V21	Hueco	23.31	2.80	3.00	23.31	5.00	5.00
N2 V31	Hueco	21.44	2.80	3.00	21.44	5.00	5.00
N6 V31	Hueco	22.97	2.80	3.00	22.97	5.00	5.00
N3 V32	Hueco	8.16	2.80	3.00	8.16	5.00	5.00
N4 V32	Hueco	8.16	2.80	3.00	8.16	5.00	5.00
N5 V32	Hueco	8.16	2.80	3.00	8.16	5.00	5.00
N3 V415	Hueco	4.18	2.80	3.00	4.18	5.00	5.00
N6 V415	Hueco	4.18	2.80	3.00	4.18	5.00	5.00
N5 V415	Hueco	4.18	2.80	3.00	4.18	5.00	5.00
S1 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
S2 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
S3 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
S4 V11	Hueco	0.79	2.80	3.00	0.79	5.00	5.00
S5 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
S6 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
S8 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
S10 V11	Hueco	3.16	2.80	3.00	3.16	5.00	5.00
S1 V22	Hueco	6.09	2.80	3.00	6.09	5.00	5.00
S2 V22	Hueco	6.09	2.80	3.00	6.09	5.00	5.00
S3 V21	Hueco	5.38	2.80	3.00	5.38	5.00	5.00
S4 V23	Hueco	6.62	2.80	3.00	6.62	5.00	5.00
S5 V23	Hueco	6.62	2.80	3.00	6.62	5.00	5.00
S6 V24	Hueco	14.82	2.80	3.00	14.82	5.00	5.00
S7 V22	Hueco	6.09	2.80	3.00	6.09	5.00	5.00
S8 V24	Hueco	7.41	2.80	3.00	7.41	5.00	5.00
S9 V24	Hueco	4.94	2.80	3.00	4.94	5.00	5.00
S10 V21	Hueco	7.17	2.80	3.00	7.17	5.00	5.00

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020

S1 V32	Hueco	4.89	2.80	3.00	4.89	5.00	5.00
S2 V32	Hueco	4.89	2.80	3.00	4.89	5.00	5.00
S3 V31	Hueco	4.59	2.80	3.00	4.59	5.00	5.00
S4 V33	Hueco	5.65	2.80	3.00	5.65	5.00	5.00
S5 V31	Hueco	4.59	2.80	3.00	4.59	5.00	5.00
S6 V34	Hueco	12.65	2.80	3.00	12.65	5.00	5.00
S7 V32	Hueco	5.20	2.80	3.00	5.20	5.00	5.00
S8 V34	Hueco	6.33	2.80	3.00	6.33	5.00	5.00
S9 V34	Hueco	6.33	2.80	3.00	6.33	5.00	5.00
S10 V31	Hueco	6.12	2.80	3.00	6.12	5.00	5.00
S1 P43	Hueco	5.80	2.60	3.00	5.80	5.00	5.00
S2 V43	Hueco	3.20	2.80	3.00	3.20	5.00	5.00
S3 V42	Hueco	1.93	2.80	3.00	1.93	5.00	5.00
S3 P41	Hueco	3.15	2.80	3.00	3.15	5.00	5.00
S4 V43	Hueco	3.20	2.80	3.00	3.20	5.00	5.00
S5 V45	Hueco	2.79	2.80	3.00	2.79	5.00	5.00
S6 V47	Hueco	2.88	2.80	3.00	2.88	5.00	5.00
S8 V43	Hueco	3.20	2.80	3.00	3.20	5.00	5.00
S9 V411	Hueco	1.56	2.80	3.00	1.56	5.00	5.00
S10 V412	Hueco	2.53	2.80	3.00	2.53	5.00	5.00
S9 P24	Hueco	4.00	2.60	3.00	4.00	5.00	5.00
S6 P23	Hueco	6.84	2.60	3.00	6.84	5.00	5.00
S6 P34	Hueco	6.27	2.60	3.00	6.27	5.00	5.00
S6 P42	Hueco	4.81	2.60	3.00	4.81	5.00	5.00
O1 V11	Hueco	7.91	2.80	3.00	7.91	5.00	5.00
O6 V11	Hueco	4.75	2.80	3.00	4.75	5.00	5.00
O7 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
O1 V21	Hueco	17.93	2.80	3.00	17.93	5.00	5.00
O1 P21	Hueco	8.40	2.60	3.00	8.40	5.00	5.00
O1 P31	Hueco	2.70	2.60	3.00	2.70	5.00	5.00
O1 V31	Hueco	15.31	2.80	3.00	15.31	5.00	5.00
O1 V415	Hueco	5.57	2.80	3.00	5.57	5.00	5.00
O1 V418	Hueco	2.98	2.80	3.00	2.98	5.00	5.00
O6 V22	Hueco	18.26	2.80	3.00	18.26	5.00	5.00
O7 V22	Hueco	4.06	2.80	3.00	4.06	5.00	5.00
O7 P26	Hueco	4.32	2.60	3.00	4.32	5.00	5.00
O6 V32	Hueco	14.68	2.80	3.00	14.68	5.00	5.00
O7 V32	Hueco	3.26	2.80	3.00	3.26	5.00	5.00
O7 P36	Hueco	3.52	2.60	3.00	3.52	5.00	5.00
O6 V43	Hueco	9.59	2.80	3.00	9.59	5.00	5.00
O7 V415	Hueco	2.79	2.80	3.00	2.79	5.00	5.00
E1 V11	Hueco	1.58	2.80	3.00	1.58	5.00	5.00
E2 V11	Hueco	3.16	2.80	3.00	3.16	5.00	5.00
E3 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
E4 V11	Hueco	0.79	2.80	3.00	0.79	5.00	5.00
E5 V11	Hueco	2.37	2.80	3.00	2.37	5.00	5.00
E1 V22	Hueco	6.09	2.80	3.00	6.09	5.00	5.00
E2 V22	Hueco	12.17	2.80	3.00	12.17	5.00	5.00
E3 V21	Hueco	5.38	2.80	3.00	5.38	5.00	5.00
E4 V21	Hueco	5.38	2.80	3.00	5.38	5.00	5.00
E5 V21	Hueco	5.38	2.80	3.00	5.38	5.00	5.00
E6 V21	Hueco	1.79	2.80	3.00	1.79	5.00	5.00
E1 V32	Hueco	4.89	2.80	3.00	4.89	5.00	5.00
E2 V32	Hueco	9.79	2.80	3.00	9.79	5.00	5.00
E3 V31	Hueco	4.59	2.80	3.00	4.59	5.00	5.00
E4 V31	Hueco	4.59	2.80	3.00	4.59	5.00	5.00
E5 V31	Hueco	4.59	2.80	3.00	4.59	5.00	5.00
E6 V31	Hueco	1.53	2.80	3.00	1.53	5.00	5.00
E1 V415	Hueco	2.79	2.80	3.00	2.79	5.00	5.00
E2 V43	Hueco	6.40	2.80	3.00	6.40	5.00	5.00

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020

E3 V413	Hueco	1.74	2.80	3.00	1.74	5.00	5.00
E4 V414	Hueco	2.10	2.80	3.00	2.10	5.00	5.00
E5 V413	Hueco	1.74	2.80	3.00	1.74	5.00	5.00
E6 V410	Hueco	1.05	2.80	3.00	1.05	5.00	5.00
C V51	Lucernario	30.60	2.80	3.00	30.60	5.00	5.00
C V52	Lucernario	16.32	2.80	3.00	16.32	5.00	5.00
C V53	Lucernario	13.72	2.80	3.00	13.72	5.00	5.00

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		173.3%	-	Bomba de Calor		173.3%	-	-
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	64.6%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS biomasa	-	-	-	-	Caldera Condensación	333	88.2%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		242.1%	-	Bomba de Calor		242.1%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	64.6%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS biomasa	-	-	-	-	Caldera Condensación	333	88.2%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8034006VP3183C0001IH	Versión informe asociado	08/07/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	24/06/2020

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Edificio Objeto	50.0	16.7	300	5.26	1.8	300
TOTALES	50.0	-	-	5.26	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio Objeto	13188.0	Intensidad Media - 8h